

TUContact TU Clausthal

Zeitschrift des Vereins von Freunden der Technischen Universität Clausthal



**Professor Wan Gang erhält
Niedersächsischen Orden**



3000. Student gefeiert



Mit High-Tech zu mehr Gas und Öl

Wir sind eine der leistungsstarken Gesellschaften zur Exploration und Produktion von Erdgas und Erdöl in Deutschland. Dabei verfügen wir über modernste Bohr- und Produktionstechniken und vielseitiges Know-how.

In Deutschland konzentrieren wir uns auf die Erdgas-Suche und -Förderung in der niedersächsischen Region zwischen Elbe und Weser, den Betrieb hochvolumiger Untergrund-Erdgasspeicher in Bayern und die Entwicklung des Offshore-Ölfeldes Mittelplate im Wattenmeer vor der schleswig-holsteinischen Westküste.

Unsere internationalen Upstream-Aktivitäten, vor allem in Norwegen, Nordafrika und Großbritannien, aber auch in Dänemark und Polen, verfolgen wir mit wachsendem Engagement in Zusammenarbeit mit kompetenten Partnern.

RWE Dea

RWE Dea AG, Oberradstraße 44, 50667 Köln
T +49(0)228 32 00-1 | E: info@rwe.de | www.rwe.de



Geschärftes Profil, neues Outfit und neue Gesichter: so lässt sich der Aufbruch der TU Clausthal mit kurzen Stichworten beschreiben.

Die Universität will sich fit machen für den Wettbewerb und kann nun, nach einer durchgreifenden Änderung der Fakultätsstruktur und der Einführung neuer Studiengänge, auch Erfolge wie steigende Studierendenzahlen vorweisen. Im Wintersemester 2005/06 ist die Zahl der Studierenden erstmals seit 1995 wieder auf über 3000 gestiegen.

Bei Unternehmen seit Jahrzehnten als zuverlässiger und erfolgreicher Partner bekannt, honorieren Politiker und Bevölkerung die Veränderungen der TU. Die Campusseite in der Goslarischen Zeitung erweist sich als großer Erfolg. Hat sie doch den einen oder anderen Erstsemester aus der Region von der Harzer Universität überzeugt. Das Sommerfest der Universität lockte Besucher aller Altersgruppen aus Clausthal-Zellerfeld und Umgebung und begeisterte mit seiner Vielfalt. Und nicht zuletzt findet der Wissenschaftszirkus immer mehr Zuschauer.

Hinter den Erfolgen stehen Entscheidungen und Menschen, die sich für die TU Clausthal engagieren. Mitarbeiter, die die TU Clausthal seit Jahrzehnten kennen, und Mitarbeiter, die die Universität neu entdecken und bereichern. Nicht nur im wissenschaftlichen Bereich der Hochschule, sondern auch in der Verwaltung stärken neue Gesichter die TU. Die Justitiarin Claudia Colditz arbeitet seit Oktober für die TU, und Dr.-Ing. Heike Schröder unterstützt seit September die Universität in der Antragsstellung und in der Abwicklung von EU-Projekten. An der Stelle wird es

Zeit, auch mich Ihnen vorzustellen: Mein Name ist Dr. Etwina Gandert und ich arbeite seit nunmehr elf Monaten als Pressesprecherin und Redakteurin für die TU Clausthal.

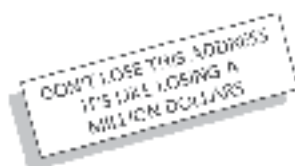
Ich möchte mich ausdrücklich bei allen Mitarbeitern der Universität bedanken, die mir Vertrauen geschenkt und mit mir neue Produkte für die TU Clausthal geschaffen haben. Auch dem Verein von Freunden der TU Clausthal gilt mein Dank, weil wir mit seiner Unterstützung nicht nur die Campusseite mitgestalten, sondern auch unser neues Design und unser Journal TU Contact herausgeben können. TU Contact präsentiert sich in der Herbstausgabe im neuen Corporate Design als Zwischenstufe zu einer neuen Hochschulzeitschrift. Besonders froh und dankbar sind wir über den neuen Bildband samt Lesezeichen, der die TU Clausthal in all ihren Facetten mit interessanten Texten und vor allem sehenswerten Bildern darstellt. Ich genieße die Aufbruchsstimmung an der TU Clausthal, die ich Ihnen mit dem Bildband und dem TU Contact vermitteln möchte.

Ihre




**Your best way to make
the most of every well.**

HALLIBURTON



29227 Celler - Hans-Heinrich-Warnek-Straße 12
Phone: 051 41999 0 • Fax: 051 41999168

Editorial	1
-----------------	---

 Blickpunkt	4
--	---

Minsisterpräsident Wulff ehrt Niedersachsenfan Prof. Dr. Gang Wan	4
---	---



Bildband über die Technische Universität Clausthal	12
--	----



Nachrichten	14
-------------------	----

• Neues Studieren in Clausthal	17
--------------------------------------	----

 Studium & Campus	18
--	----

3000. Student der TU gefeiert	18
-------------------------------------	----



 Wissenschaft & Forschung	30
--	----

 Kontakt & Kooperation	74
---	----

 Namen & Notizen	83
---	----

 Alumni & Verein von Freunden	94
--	----

Berichtigung

In Heft Nr. 16 – Mai 2005 – wurde auf Seite 43 links oben versehentlich unter Nr. 5 das falsche Bild abgedruckt.

Die Redaktion bedauert dieses Versehen und gibt nachstehend das zur Bildunterschrift passende Bild wieder.

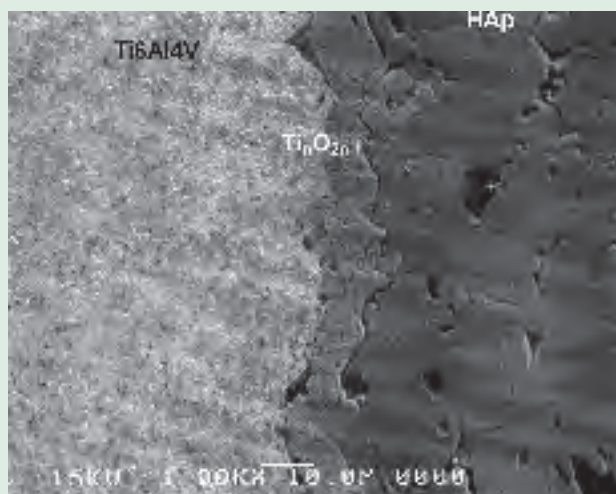


Bild 5: Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme eines Querschnitts eines biokeramischen Schichtsystems

Links: bioinertes Ti6Al4V-Implantat,

Mitte: bioinerte Haftvermittlerschicht aus TiO_{2n-1}

Rechts: biokonduktive HAp-Schicht (HEIMANN 1999)

Krane, Hebezeuge und fördertechnische Komponenten

DEMAG
Cranes & Components

Demag – Ideen, die entlasten.

Demag Cranes & Components in Wetter/Ruhr löst Materialfluss-, Logistik- und Antriebsaufgaben mit dem weltweit umfassendsten Produkt- und Leistungsprogramm für Betriebe aller Größenordnungen – vom Handwerk über den Handel bis hin zum industriellen Großunternehmen.

Mit der Produktpalette Krane, Handling Technology/Antriebstechnik bietet das Unternehmen Branchenlösungen für Fahraufgaben, die Lastenhandhabung am Arbeitsplatz sowie den Materialfluss in Produktion und Lager. Der Service sichert die wirtschaftliche Anwendung von Demag-Produkten und damit eine dauerhafte Kundenzufriedenheit.



Demag Cranes & Components GmbH

Postfach 67 · D-58286 Wetter

Telefon (02335) 92-0 · Telefax (02335) 92-7676

info@demagcranes.com · www.demagcranes.de

Ministerpräsident Wulff ehrt Niedersachsenfan Professor Gang Wan

Niedersachsens Ministerpräsident Christian Wulff ehrte im August den ehemaligen Clausthaler Doktoranden Professor Gang Wan - den Präsidenten der Tongji-Universität in Shanghai – mit dem Verdienstkreuz am Bande des Niedersächsischen Verdienstordens.

In der kleinen Feierstunde an der TU Clausthal würdigte Ministerpräsident Christian Wulff die Verdienste von Professor Wan zur Kooperation zwischen China und Niedersachsen. Der Ministerpräsident wünschte, das Verdienstkreuz an der TU Clausthal als ehemaliger Wirkungsstätte des Universitätspräsidenten und in Anerkennung der TU zu übergeben. Die TU Clausthal habe den Sprung in die Moderne geschafft, so Wulff. Dem geehrten Professor Wan dankte er für seine Verdienste um das Land Niedersachsen und seine Bemühungen, auf wissenschaftlicher, wirtschaftlicher und persönlicher Ebene Kontakte zum Wohle beider Län-



Fans der TU Clausthal: Prof. G. Wan und Ministerpräsident Ch. Wulff

der weiter ausgebaut und die Zusammenarbeit intensiviert zu haben.

Bei seiner Reise durch China in Begleitung des Präsidenten der TU Clausthal Professor Edmund Brandt unterzeichnete der Ministerpräsident zahlreiche Kooperationsverträge. Sein Besuch führte ihn auch zur Tongji-Universität, mit der die TU Clausthal einen gemeinsamen Studiengang Geoenvironmental Engineering aufgelegt hat. Das Resümee des Niedersächsischen Ministerpräsidenten: „Die niedersächsische Wirtschaft hat in China Fuß gefasst.“

Professor Gang Wan kam nach seiner Ausbildung zum Maschinenbauingenieur und einer Tätigkeit als wissenschaftlicher Assistent an der Tongji-Universität Shanghai 1985 im Alter von 33 Jahren als Stipendiat der chinesischen Regierung an die Technische Universität Clausthal, an der er 1991 promovierte. Nach seiner Promotion war er bis 2000 bei der Audi AG im Bereich Forschung und Entwicklung tätig. Es folgte der Ruf an die Heimatuniversität, ein Lehr- und Forschungsinstitut für Kraftfahrzeugtechnik aufzubauen. 2004 wurde er zum Präsidenten der Tongji-Universität ernannt. Seit Januar 2005 ist Professor Wan zudem Mitglied im Aufsichtsrat von Thyssen Krupp. Sein Forschungsinstitut für Kraftfahrzeugtechnik setzte sich für praxisnahe Ingenieurausbildung ein, wobei VW Shanghai unmittelbar mit einbezogen werde, so Ministerpräsident Wulff. Zudem bestünden intensive Kontakte zwischen der Tongji-Universität und der TU Clausthal wie der Medizinischen Hochschule Hannover und anderen niedersächsischen Hochschulen.



Prof. Dr. Edmund Brandt, Gattin Prof. Dr.-Ing. Gang Wan, Ministerpräsident Christian Wulff, Prof. Dr.-Ing. Gang Wan

Professor Gang Wan bedankte sich bei dem Ministerpräsidenten, bei der TU Clausthal und bei seinem Doktorvater Professor Peter Dietz. Die TU Clausthal sei auch seine Universität, an der er nicht nur fachlich, sondern auch von der deutschen Kultur viel gelernt habe.

Im Anschluss an die Ordensübergabe unterzeichneten die Universitätspräsidenten Professor Wan und Professor Brandt unter der Schirmherrschaft des Ministerpräsidenten einen Fortsetzungsvertrag zur weitergehenden Zusammenarbeit beider Universitäten.



Seit 1829 Hand in Hand mit der Hochschule: Die Grosse'sche Buchhandlung (links)



Ihre Fachbuchhandlung für:

**Technik • Naturwissenschaften
Bergbau • Umwelttechnik**

GROSSE'SCHE BUCHHANDLUNG

ADOLPH-ROEMER-STRASSE 12 • TEL. (0 53 23) 9390 - 0 • FAX - 20

grosse.harz.de • buch@grosse.harz.de

D-38668 CLAUSTHAL-ZELLERFELD



Wir sind Spezialisten

Wir erschließen bei unseren weltweiten Aktivitäten Bergwerke und rüsten Bergwerke aus. Gemeinsam mit unseren Tochtergesellschaften

- deilmann-haniel mining systems
- Gebhardt & Koenig – Berg- und Bautechnik
- Redpath, Kanada
- Frontier-Kemper, USA
- Deilmann-Haniel South Africa, Südafrika

erarbeiten wir kundenorientierte Lösungen und bauen dazu die notwendigen Spezialmaschinen für den Berg- und Tunnelbau im In- und Ausland.

**Unser Team ist Ihr Partner –
gemeinsam gehen wir neue Wege.**

DEILMANN-HANIEL

44317 Dortmund/Germany

Phone +49 231 2891-0

Fax +49 231 2891-491

E-Mail: info@deilmann-haniel.de

Internet: www.deilmann-haniel.de

Ministerpräsident Wulff zur TU Clausthal

1. Welchen Eindruck von der TU Clausthal haben Sie, Herr Ministerpräsident, im Verlauf Ihrer Reise in die Volksrepublik China gewonnen?

Die guten Kontakte und die hohe Kompetenz der TU Clausthal haben mich beeindruckt. Durch einen Beauftragten für Kooperationsangelegenheiten mit China konnte die Universität ausgezeichnete Verbindungen in Forschung und Lehre aufbauen. China setzt auf die Atomkraft und niemand wird die Chinesen mit ihrem Riesenbedarf an Energie davon abhalten können, ihr Atomprogramm zu verwirklichen. Wir tun gut daran, mitzuwirken, ein sicheres Endlager zu finden. Mit der TU Clausthal, die 40 Jahre Erfahrung in der Endlagerforschung vorweisen kann, sind wir in diesem Prozess hervorragend vertreten. Es scheint, als ob in China ein „Clausthal-Wissenschafts-Festival“ stattgefunden habe. Die Experten der niedersächsischen Universität sind in China sehr gefragt. Mit diesem Projekt hat die zukunftsorientierte und interdisziplinäre Ausrichtung der TU Clausthal erfolgreich Früchte getragen.

2. Vor dem Hintergrund: Wie bewerten Sie die jüngste Aussage des Landesrechnungshofs, dass erheblich Zweifel bestünden, dass die TU Clausthal eine angemessene Auslastung erreichen, geschweige denn nachhaltig sichern kann? Martha Jansen, Präsidentin des LRH, forderte bei der Präsentation des Berichts den „Mut zu schmerzhaften Strukturentscheidungen“. Diese Aussage wurde in den Medien als Aufforderung zur Schließung der TU Clausthal verstanden.

Es war skuril, dass der Präsident der angesehenen Tongji-Universität in Shanghai schwärmerisch stolz auf seine Zeit in Clausthal verwies und am selben Tag die Nachricht aus Niedersachsen bei uns eintraf.

Die Zahlen im Bericht des Landesrechnungshofes sind mittlerweile überholt: Die TU Clausthal war noch nie so gut ausgelastet wie jetzt. Durch Umstrukturierung konnte die Auslastung von 37 Prozent vor fünf Jahren auf 76 Prozent heute steigen.

Dies wurde durch konkrete Maßnahmen wie Restrukturierung und Reduzierung in den Fächern Geowissenschaften, Mineralogie, Bergbau und Markscheidewesen erreicht. In den Zukunfts-Fächern Wirtschaftsinformatik, Wirtschaftsingenieurwissenschaft, Erdöl-, Erdgas- und Rohstofftechnik sowie Energiewirtschaft wurde das Angebot ausgeweitet. Wir sehen hierin einen zukunftsweisenden Aufwärtstrend.

Unser Hochschuloptimierungskonzept war genau die richtige Antwort auf die Herausforderung, die der Rechnungshof uns aufgezeigt hat. Wir hatten damit schon gehandelt.

3. Welche Erwartungen an die weitere Entwicklung der TU Clausthal haben Sie?

Wichtig sind zunächst Strukturmaßnahmen in den weniger gut ausgelasteten Studiengängen. Im Rahmen der Umstellung auf die Bachelor- und Masterstruktur muss der begonnene Prozess der Steigerung der Auslastung in der Lehre fortgesetzt werden. Die Studienangebote müssen weiter gestrafft werden. Bachelor und Master mit ihrer bedarfsorientierten Ausrichtung müssen eingerichtet und unterausgelastete Diplomstudiengänge ganz eingestellt werden.

Außerdem erwarte ich eine Stärkung der Alleinstellungsmerkmale mit Blick auf die starke Interdisziplinarität und „anwendungsorientierte Grundlagenforschung“ in den Bereichen Materialtechnik, Energie und Rohstoffe, Maschinenbau, Informatik mit technischer Orientierung, Wirtschaftswissenschaften mit spezieller Ausrichtung Energie, Rohstoffe und Produktion. Dadurch sichern wir die Konkurrenzfähigkeit im näheren Umfeld sowie niedersachsen- und deutschlandweit. Wichtig ist auch die konkrete Abhebung von den Ausrichtungen der TU Braunschweig und der Universität Hannover durch wissenschaftlich fundierte Akzentuierung in den Bereichen Material-/ Werkstoffwissenschaften, Energiewissenschaften sowie Maschinenbau/Verfahrenstechnik. Clausthal muss einen eigenständigen, selbstbewussten Part innerhalb des Consortium Technicum spielen können.

Mein Wunsch ist, dass die TU Clausthal zunehmend zu einer TU Clausthal-Goslar wird, aber ich kenne die Empfindlichkeiten innerhalb dieses einen Landkreises Goslar.



Entdecken Sie die Schmiede, aus der die Zukunft stammt.

Entdecken Sie NA.

Kupfer ist Zukunft – ob in der Telekommunikation, bei der Energie oder im Verkehr. Der Kupferbedarf wächst nicht nur mit dem Fortschritt, er macht ihn erst möglich. Die Norddeutsche Affinerie AG ist der führende Kupferproduzent Europas. Fast überall einsetzbar, lässt sich Kupfer dank der guten Verarbeitungsfähigkeit optimal den individuellen Wünschen unserer Kunden anpassen: Sei es als leistungsfähiger Leiter oder als effektives Bauelement.

Profitieren Sie von den Vorteilen, die hochreines Qualitätskupfer der NA bietet.

Weitere Informationen finden Sie unter:

www.na-ag.com

Norddeutsche Affinerie AG
Hovestraße 50
20539 Hamburg
Tel. ++49(0) 40 7883-2265
Fax. ++49(0) 40 7883-3003
info@na-ag.com
WKN: 676 650
ISIN: DE 0006766504


Norddeutsche Affinerie AG

Zur künftigen Entwicklung der Technischen Universität Clausthal

Die künftige Entwicklung der Technischen Universität Clausthal wird sich innerhalb eines Rahmens bewegen, der durch folgende Faktoren maßgeblich bestimmt ist:

Als Hypothek wird es noch auf längere Sicht um die Bewältigung der gewaltigen Einsparvorgaben gehen, die durch das sog. Hochschuleoptimierungskonzept vom Herbst 2003 ausgelöst worden sind. Auch wenn es gelungen ist, das sog. HOK II dahingehend zu modifizieren, dass die dadurch erfassten 60 Stellen innerhalb der Universität umgeschichtet werden können und nicht abzuliefern sind, engt die verordnete Reduzierung um 100 Stellen (= 4,5 Mio. Euro) den Handlungsspielraum der Universität in nur schwer zu bewältigender Weise ein. Nur eine strenge Spardisziplin und die kritische Durchforstung aller Bereiche machen es möglich, die Durststrecke auch in Zukunft so zu überstehen, dass die Leistungsfähigkeit im Kern nicht beeinträchtigt wird.

Im Augenblick hat es weiterhin den Anschein, als ob auch die ab 2006 partiell betriebene Mittelzuweisung auf der Grundlage von Leistungsdaten zu einer zusätzlichen finanziellen Belastung führen wird. Es gelingt nämlich noch nicht, die jedenfalls in Teilbereichen zu geringen Studierendenzahlen durch vergleichsweise besonders hervorgehobene Forschungsleistungen zu kompensieren. Mit dem schon jetzt erkennbar werdenden Anstieg der Studierendenzahlen – sie dürfte sich in den nächsten Jahren fortsetzen – und der Einführung eines Managementsystems, das die interne Ressourcenverteilung (Personal, Räume, Sachmittel) von Leistungsindikatoren abhängig macht, sind zusätzliche Impulse zu erwarten, die aller Voraussicht nach die Forschungsleistungen, die sich bereits jetzt auf einem hohen Niveau bewegen, nochmals steigern. Die sog. externe Formel muss die TU Clausthal also nicht zwangsläufig mittelfristig finanziell belasten.

Als positive Rahmenbedingung ist hervorzuheben, dass die TU Clausthal mit ihren Profilierungsbereichen hervorragend aufgestellt ist, um im Wettbewerb nicht nur mit den anderen niedersächsischen Hochschulen, sondern um deutschland- und europaweit bestehen zu können. Es erweist sich angesichts der globalen Wissenschaftsentwicklung nämlich als außerordentlich zukunftssträchtig, dass – selbstverständlich in einem interdisziplinären Zuschnitt und funktional unmittelbar verknüpft mit Mathematik/Informatik sowie den Natur- und Wirtschaftswissenschaften – sie sich auf die Wissenschaftsfelder



*Präsident der TU Clausthal
Prof. Dr. Edmund Brandt*

- Materialwissenschaften,
- Energiewissenschaften und
- Maschinenbau/Verfahrenstechnik

konzentriert hat. Die TU Clausthal mit dem mehr denn je gültigen Slogan „klein, aber fein“ hat nie den Anspruch erhoben, gewissermaßen vollsortimenter im Wissenschaftsbetrieb sein zu wollen. Nebenbei: Von ganz wenigen Ausnahmen abgesehen, kann das heutzutage keine Universität mehr seriös behaupten, was nicht selten zur Folge hat, dass vor dem Hintergrund des schärfer werdenden Wettbewerbs Fächer abgebaut werden müssen, was zwangsläufig Verwerfungen und interne Konflikte zur Folge hat. Die TU Clausthal ist vergleichsweise in einer viel günstigeren Situation; sie kann ihre Ressourcen funktional einsetzen – freilich bleibt auch nicht viel Raum für Ausweichbewegungen: In dem vorgegebenen Fächerspektrum müssen in Lehre, Forschung und Weiterbildung die hervorragenden Leistungen erbracht werden, die man von einer Spitzenuniversität erwarten darf.

Zu dem Zweck müssen die vorhandenen Ressourcen optimal eingesetzt werden, und es müssen verstärkt Anstrengungen unternommen werden, um zusätzliche Ressourcen nach Clausthal zu holen. Angesichts der Situation der öffentlichen Haushalte können diese Ressourcen nur von dritter Seite, also namentlich aus dem privaten Sektor kommen.

Für die interne Ressourcenzuordnung bedeutet das, dass nicht primär die historische Entwicklung in den einzelnen Instituten maßgeblich für die Bereitstellung von Personal, Sachmitteln und Räumen sein kann und sein wird, sondern Leistungsindikatoren. Derzeit wird daran gearbeitet, ein System zu entwickeln, mit dessen Hilfe derartige Leistungsindikatoren abgerufen werden können.

In der Sache wird es darum gehen, dass die Umstellung auf die neuen Bachelor- und Master-Studiengänge erfolgreich verläuft und mit dem Nebeneffekt eines stetigen Anstiegs der Studierendenzahlen verbunden ist, dass die Forschung weiterhin auf hohem Niveau intensiviert wird und Initiativen in Richtung auf die Einwerbung von Sonderforschungsbereichen bzw. im Rahmen der sog. Exzellenzinitiativen von Erfolg gekrönt sind. Darüber hinaus geht es darum, als immer wichtiger werdendes neues „Geschäftsfeld“ den Weiterbildungssektor auszubauen. Das bedeutet, auf die spezifischen Bedürfnisse in der

beruflichen Praxis zugeschnittene Angebote zu entwickeln und zu realisieren. Unter dem Vorzeichen des lebenslangen Lernens dürften sich hier für die TU Clausthal ganz ausgezeichnete Chancen entwickeln.

Die künftige Entwicklung der TU Clausthal kann sich nur erfolgreich vollziehen, wenn sie sich stets auf ihre Wurzel besinnt, ihre Kraft nicht zuletzt aus ihrer reichen Tradition schöpft und fest in Clausthal und der Region verankert bleibt. Dazu gehört auch die Verbundenheit mit den Absolventinnen und Absolventen, die über den Verein von Freunden in besonderer Weise zugleich zur weltweiten Ausstrahlung ihrer Alma Mata beitragen. Was neuerdings als Alumnipflege propagiert wird, wird mit dem Verein von Freunden in Clausthal längst praktiziert. Das heißt nicht, dass nicht auch hier noch Steigerungsmöglichkeiten vorhanden wären. Im engen Schulterschluss zwischen der Universität und dem Verein von Freunden werden sie in Zukunft noch stärker als bisher ausgeschöpft werden.

NUTZEN SIE IHRE CHANCEN BEI FERCHAU.

Mit mehr als 2.300 Mitarbeitern in bundesweit 29 Niederlassungen sind wir Marktführer für Engineering mit besten Referenzen in der Industrie. Unsere Entwickler und Konstrukteure, Hard- und Softwareprofis und Projektmanager erarbeiten zukunftsichere Lösungen für die verschiedensten Branchen. Nutzen Sie unseren Erfolg für Ihre persönliche Entwicklung und berufliche Perspektive.

Für unsere Niederlassung Braunschweig suchen wir

DIPLOMINGENIEURE (M/W)

Maschinenbau/Anlagenbau, Fahrzeugtechnik, Schienenfahrzeugtechnik, Fertigungstechnik, Automatisierungstechnik, Qualitätsmanagement

Sie erwarten wechselnde Herausforderungen interessanter Engineering-Aufgaben und Projekte für die genannten Stellen. Eine jeweils detaillierte Stellenbeschreibung zu den oben genannten Stellenangeboten finden Sie im Internet auf unserer Homepage www.ferchau.de Niederlassung Braunschweig.

Wir fördern Sie mit gezielter Weiterbildung und bieten gute Aufstiegschancen. Sie sind interessiert?

Unsere Personalreferentin Frau Antje Scholz freut sich auf Ihre Bewerbung unter der Kennziffer HP5-008-3300 per E-Mail an braunschweig@ferchau.de.


Wir entwickeln Sie weiter.

FERCHAU Engineering GmbH

Niederlassung Braunschweig Alte Salzdahlumer Straße 202–203 38124 Braunschweig
Fon +49 531 23635-0 Fax +49 531 23635-33 braunschweig@ferchau.de www.ferchau.de



Zielvereinbarung geschlossen

 Die TU Clausthal hat jetzt mit dem Niedersächsischen Ministerium für Wissenschaft und Kultur (MWK) gemäß dem Niedersächsischen Hochschulrahmengesetz die Zielvereinbarung für die Jahre 2005 bis 2008 abgeschlossen.

Hierin werden strategische Ziele sowie Vereinbarungen zum Lehrangebot und zu den Forschungsschwerpunkten, Planungen zur Internationalisierung und zu Finanzangelegenheiten mit dem MWK vertraglich festgelegt.

Mit der neuen Fakultätsstruktur hat die Harzer Hochschule einen wichtigen Schritt zur Profilbildung getan und wird diese weiter vorantreiben.

Dazu zählt die interdisziplinäre Ausrichtung in den Bereichen Energie- und Rohstoffversorgungstechnik, Maschinenbau (Mechatronik) und Informationstechnik und den Energiewissenschaften sowie Verfahrens- und Umwelttechnik. Die Planung der Hochschule für ein Materialtechnisches Zentrum als Klammer zwischen Chemie, Physik und Materialwissenschaften und die Schwerpunktsetzung „Simulation“ im Bereich Mathematik und Informatik sind weitere Maßnahmen, die diese Konzeption unterstützen werden. Dabei sieht die Hochschule ihre zentrale Aufgabe darin, ihrer Forschungsergebnisse zügig und im engen Schulterschluss mit der Wirtschaft in die Praxis umzusetzen. Mit den Akzenten Material-/Werkstoffwissenschaften, Energiewissenschaften und Maschinenbau/Verfahrenstechnik hebt sich die TU Clausthal signifikant von den Universitäten im Verbund Consortium Technicum in Niedersachsen ab.

Über das Consortium Technicum und der engen Zusammenarbeit mit der TU Braunschweig hinaus

plant die TU Clausthal, weitere Vereinbarungen mit den Universitäten Göttingen, Oldenburg, mit der TU Bergakademie Freiberg sowie mit der TU Berlin und TU Dresden zu schließen.


In der Zielvereinbarung legt die TU Clausthal fest, das gesamte Studienangebot im Rahmen des Bologna-Prozesses bis 2010 auf das Bachelor/Master-System umzustellen.

Darüber hinaus plant die Hochschule, Angebote zu schaffen, die es ermöglichen, sich neben dem Beruf oder der Elternschaft weiter zu qualifizieren. Dazu wird sie ihr Lehrangebot modularisieren und flexibilisieren wie auch das Angebot an E-Learning Veranstaltungen erweitern. Konkret soll das ingenieurwissenschaftliche Grundstudium wie auch das Grundstudium der Mathematik- und Informatikstudiengänge jeweils vereinheitlicht werden. Die Studierenden sollen sich erst im Masterstudium spezialisieren.

Weiterer Baustein der Zielvereinbarung mit dem MWK ist, internationale Kontakte auf Forschungs- und Studienebene auszubauen. Über die Studienprogramme Erasmus oder IASTE hinaus, plant die Universität, die Zahl der binationalen Doppeldiplome (Joint-Degree-Programme) zu erhöhen. Die Hochschule ist bemüht, die Zahl der eingeschriebenen Ausländer auf hohem Niveau zu stabilisieren und besonders qualifizierte Ausländer für die Masterstudiengänge zu gewinnen.

Die Zielvereinbarung sieht auch die ab 2006 geltende formelgebundene Mittelzuweisung vor, deren konkreten Maßnahmen jedoch noch nicht abschließend mit dem MWK vereinbart sind.

Niedersachsen schließt Zukunftsvertrag mit Universitäten

 Der Niedersächsische Ministerpräsident Christian Wulff, Finanzminister Hartmut Möllring und Wissenschaftsminister Lutz Stratmann und alle 19 Präsidien der niedersächsischen Hochschulen haben am 11. Oktober den Zukunftsvertrag unterzeichnet.

Der bereits im Juli vom Kabinett beschlossene Zukunftsvertrag zwischen der Landesregierung und den Hoch-

schulen gibt den Universitäten und Fachhochschulen bis 2010 Planungssicherheit. Erstmals in der Geschichte des Landes hat eine Landesregierung damit einen Hochschulpakt über fünf Jahre beschlossen.

„Mit dem Hochschulpakt stellen wir in Niedersachsen sicher, dass unsere Hochschulen national und international wettbewerbsfähig bleiben. Damit halten wir Wort und schaffen für die Hochschulen Planungs-

Führungsnachwuchs Stahlwerk u. Erhaltung

Unseren Kunden sind wir als Europäischer Marktführer im Bereich hochwertiger Stahllangprodukte bekannt. Wir gehören zu Mittal Steel, dem größten Stahlerzeuger weltweit.

Am Standort Duisburg betreiben wir ein Stahlwerk mit zwei Stranggießanlagen sowie ein Knüppel- und ein Drahtwalzwerk. Wir erwirtschaften mit rd. 1.000 Mitarbeitern einen Umsatz von mehr als 500 Mio. Euro/Jahr.

Für unsere Technik suchen wir ab sofort den akademischen Führungsnachwuchs, und zwar jeweils einen Dipl.-Ing.

- **Eisenhüttenkunde (Metallurgie),**
- **Maschinenbau.**

Sie werden zunächst im Rahmen einer Assistenzfunktion gezielt im **Stahlwerk** bzw. im **Maschinenbetrieb** des Knüppelwalzwerkes eingearbeitet. Anschließend beabsichtigen wir, Sie entsprechend Ihrer überdurchschnittlichen Qualifikation kurz- bis mittelfristig in verantwortlicher Position einzusetzen.

Gute Englischkenntnisse setzen wir ebenso voraus wie den sicheren Umgang mit dem PC und der Standardsoftware MS-Office.

Persönlich überzeugen Sie durch Zielstrebigkeit, Verantwortungsbewußtsein, Belastbarkeit und die Bereitschaft, im Team zu arbeiten.

Studienabgänger und Bewerber, die bereits erste Berufserfahrung gesammelt haben, sind uns gleichermaßen willkommen.

Auch wenn Sie Ihr Studium erst im nächsten Jahr beenden, sprechen Sie uns bitte an.

Wenn Sie Interesse an dieser anspruchsvollen Aufgabe haben, die eine hervorragende Entwicklungsperspektive in einem dynamischen Umfeld bietet, freuen wir uns auf Ihre aussagefähige Bewerbung mit Angaben zur Verfügbarkeit.

Mittal Steel Ruhrort GmbH, Personal,
Vohwinkelstraße 107, 47137 Duisburg

Für telefonische Vorabinformationen stehen Ihnen
Herr Volker Cassens
(Volker.Cassens@Mittalsteel.com)

oder

Herr Michael Maas
unter Tel. 0203/52 App. 6 63 85 bzw. 6 61 03
zur Verfügung.

Mittal Steel Ruhrort GmbH
Ein Unternehmen der Gruppe Mittal Steel

Mittal Steel steht für Stahl.

Mittal Steel ist weltweit der größte Stahlhersteller.

Mittal Steel ist eine global ausgerichtete Unternehmensgruppe, vertreten auf vier Kontinenten mit Standorten in vierzehn Ländern.

Kunden unserer Qualitätsstähle sind im wesentlichen europäische Automobilhersteller sowie die Automobil-Zulieferindustrie.

www.mittalsteel.com

sicherheit bis 2010“, sagte Ministerpräsident Christian Wulff anlässlich der Vertragsunterzeichnung.

Wesentlicher Bestandteil des Zukunftsvertrages ist die Einführung sozialverträglicher Studienbeiträge ab Wintersemester 2006/2007. „Mit dem Zukunftsvertrag wird die Grundlage dafür geschaffen, dass die Mehreinnahmen durch Studienbeiträge direkt den Hochschulen zufließen. Sie dienen der Verbesserung der Lehre und der Studienbedingungen“, so der Niedersächsische Minister für Wissenschaft und Kultur Lutz Stratmann. „Jeder kann unabhängig vom Einkommen und Vermögen der Eltern einen Studien-

kredit zu zinsgünstigen Konditionen aufnehmen“, sagt der Wissenschaftsminister.

Angesichts der schwierigen Finanzsituation des Landes bezeichnete die Landesregierung den Zukunftsvertrag als mutiges Angebot: „Jetzt können sich die niedersächsischen Hochschulen bis 2010 auf eine berechenbare Finanzierung und Planungssicherheit verlassen. Damit ist eine exzellente Grundlage zur Weiterentwicklung und Neupositionierung der niedersächsischen Hochschullandschaft im nationalen und internationalen Wettbewerb geschaffen.“

Energie-Forschungszentrum an der TU

Energie ist eines der zentralen Zukunftsthemen. Die Energiewissenschaften sind dabei, sich in einem dynamischen Prozess immer weiter zu entwickeln. Neue Themenfelder der Energieforschung betreffen etwa die Energieveredelung, die Energiespeicher, die Energieprozesse, die Entsorgung, das Energiemanagement, nicht zuletzt auch die Grundlagen neuer Energietechnologien. Mit der mittlerweile von 34 Professorinnen und Professoren getragenen Einrichtung eines Energie-Forschungszentrums (EFZ) als einem wissenschaftlichen Forschungsverbund hat die TU Clausthal diesen Wissenschaftsbereich in einer nicht nur für Niedersachsen beispielhaften Weise aufgegriffen und damit neue Perspektiven interdisziplinärer Forschung aufgezeigt.

Mit der Konstruktion als wissenschaftlicher Forschungsverbund wird an bewährte Ausprägungen wie dem Informationstechnischen bzw. dem Simulationswissenschaftlichen Zentrum angeknüpft. Derartige Forschungsverbünde werden vom Präsidium auf Antrag von mindestens drei Wissenschaftlern gebildet, um auf zentraler Ebene die Forschungskompetenz fachlich verbundener Professuren und weiterer Wissenschaftler der Universität zusammenzufassen. Die beteiligten Wissenschaftler wählen aus ihrer

Mitte einen Vorstand. Die Rechtsverhältnisse des Forschungsverbundes regelt der Senat in einer Ordnung. Neuland wird insoweit betreten, als das Energie-Forschungszentrum in Goslar angesiedelt werden soll. Damit nutzt die TU Clausthal die Bereitstellung eines für die Zwecke besonders geeigneten Gebäudes in Goslar und trägt dem Wunsch der Landesregierung Rechnung, eine wissenschaftliche Einrichtung in Goslar anzusiedeln. Einer Abkopplung von Clausthal wird dadurch begegnet, dass jederzeit eine Rückbindung an die Institute in Clausthal gewährleistet ist. Nicht zuletzt über eine Fülle von Kooperationen mit Hochschulen, außeruniversitären Forschungseinrichtungen, Verbänden und der Wirtschaft wird über das EFZ die Ausstrahlung der TU Clausthal in die Region signifikant gesteigert werden.

Das EFZ ist als reine Forschungseinrichtung konzipiert. Das bedeutet umgekehrt, dass die Ausbildung von Studentinnen und Studenten weiterhin allein in Clausthal stattfinden wird.

Sollte sich die Entwicklung weiterhin so dynamisch wie bisher vollziehen, wird bereits 2006 mit der Bearbeitung der ersten Forschungsvorhaben begonnen werden können.

Bildband über die Technische Universität Clausthal

Die TU Clausthal hat einen neuen Bildband über die Hochschule mit dem Titel „Technische Universität Clausthal“ herausgegeben.

In dem Buch ist die TU Clausthal auf 270 Seiten mit zahlreichen Bildern und Textbeiträgen dargestellt. Der Inhalt gliedert sich in die Kapitel Historie & Stand-

ort, Wissenschaft & Forschung, Studium & Leben und Kontakt & Kooperation.

Das erste Kapitel widmet sich der Stadt Clausthal-Zellerfeld und der Geschichte der ehemaligen Bergakademie und heutigen Technischen Universität Clausthal. Für das Kapitel Wissenschaft & Forschung hat der Herausgeber den meisten Raum vorgesehen. Es werden alle Institute, ihre Schwerpunkte und Erfolge mit reich bebilderten Texten vorgestellt. In dem Kapitel Studium & Leben finden sich Beiträge über das Studienangebot, das studentische Leben in all seinen schillernden Facetten, die Studentengemeinden und nicht zuletzt die Bibliothek, das Sportinstitut, das Rechenzentrum und die Aula wie das Sinfonieorchester der TU Clausthal. Das Kapitel Kontakt & Kooperation widmet sich den nationalen und internationalen Beziehungen der TU Clausthal auf wissenschaftlicher wie auch auf wirtschaftlicher Ebene.



Für den Bildband haben verschiedene Fotografen gearbeitet. Darunter Stefan Sobotta aus Goslar, der sich als Dokumentarfotograf und Spezialist für erstklassige Technikfotos verdient gemacht hat.

Das Buch ist mit freundlicher Unterstützung des Verein von Freunden der TU Clausthal e.V. realisiert worden. Der Vorsitzende des Fördervereins Prof. Dr.-Ing. Dieter Ameling, der Vorsitzende des Hochschulrates Prof. Dr. Gerhard Kreysa und der Präsident der TU Clausthal Prof. Dr. Edmund Brandt haben die Geleitworte zum Buch verfasst.

Der Bildband ist in der Pressestelle und in der TU Information der Technischen Universität Clausthal, in den Geschäftsstellen der Goslarschen Zeitung und in der Buchhandlung Grosse in Clausthal-Zellerfeld erhältlich. Anfragen richten Sie bitte an:

TU Clausthal
Pressestelle
Dr. Etwina Gandert
Tel.: 05323 – 72 3904
Fax: 05323 – 72 3905
E-Mail: etwina.gandert@tu-clausthal.de


in hochform als starkes team.

als internationales gasunternehmen haben wir hochgesteckte ziele: wettbewerbsfähigkeit, versorgungssicherheit, energieeffizienz, umwelt- und ressourcenschonung. dafür arbeiten wir eng zusammen mit starken partnern und engagierten mitarbeitern.



www.eon-ruhrgas.com

Neue Fakultätsstruktur der TU Clausthal

 Zum 1. April ist gemäß des Niedersächsischen Hochschulgesetzes die neue Fakultätenordnung der TU Clausthal in Kraft getreten. Die neue Struktur der Fakultäten spiegelt das Profil der TU Clausthal wider und zeichnet sich durch eine starke interdisziplinäre Vernetzung aus.

Damit ist ein weiterer Schritt in Richtung Zukunft für die TU Clausthal getan. „Wir wollen mit dieser Fokussierung unserer Kompetenzen noch stärker den Clausthal spezifischen Charakter der Interdisziplinarität dokumentieren“, sagte der Vizepräsident für Forschung und Hochschulentwicklung, Prof. Dr.-Ing. Hans Beck, und ergänzte: „An den Schnittstellen, den Rändern der Fächer spielt heute die Musik.“

Den drei Fakultäten mit insgesamt acht Lehreinheiten sind fachlich entsprechend die Diplom-, Bachelor- und Masterstudiengänge zugeordnet. Mit Chemie, Physik, Metallurgie und Werkstoffwissenschaften bildet die Fakultät I den ersten Akzent. In der Fakultät II werden Grundlagenfächer wie Mathematik mit anwendungsorientierten Fachgebieten wie Informatik und Maschinenbau gekoppelt. In der Fakultät III Energie- und Wirtschaftswissenschaften werden Forschungs- und Lehrschwerpunkte mit Studiengängen wie Energie und Rohstoffe, Rohstoffversorgungstechnik und in naher Zukunft Energy Management gebildet.

Fakultäten der TU Clausthal

Fakultät I

Fakultät für Natur- und Materialwissenschaften
Mit den Lehreinheiten: Physik Chemie Metallurgie und Werkstoffwissenschaften

Fakultät II

Fakultät für Energie- und Wirtschaftswissenschaften
Mit den Lehreinheiten: Energie und Rohstoffe Wirtschaftswissenschaft

Fakultät III

Fakultät für Mathematik/Informatik und Maschinenbau
Mit den Lehreinheiten: Mathematik Informatik Maschinenbau und Verfahrenstechnik

Der Fakultätsrat wählt das Dekanat, das die Fakultät leitet. Dem Dekanat gehören der Dekan, sein Stellvertreter und mindestens ein Studiendekan an. Den Vorsitz des Fakultätsrates führt der Dekan. Von den 13 stimmberechtigten Mitgliedern des Rates werden sieben Mitglieder aus der Gruppe der Hochschullehrer, zwei aus den Reihen der Mitarbeiter, zwei aus der Studierendengruppe sowie zwei Mitglieder aus der Gruppe der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in Technik und Verwaltung gewählt. Die regelmäßige Amtszeit beträgt drei Jahre, die Amtszeit der studentischen Mitglieder ein Jahr. Der Fakultätsrat ist für folgende Aufgaben zuständig:

- er entscheidet in Angelegenheiten der Forschung und Lehre von grundsätzlicher Bedeutung,
- er beschließt die Ordnungen der jeweiligen Fakultät, insbesondere die Prüfungsordnungen,
- er nimmt zur Einführung, wesentlichen Änderung und Schließung von Studiengängen gegenüber dem Präsidium Stellung.

Der Studiendekan leitet die Studienkommission, deren Mitglieder zur einen Hälfte den Gruppen der Hochschullehrer und Mitarbeiter und zur anderen Hälfte der Studierendengruppe angehören. Sie werden vom Fakultätsrat gewählt. Die Studienkommission ist bei Angelegenheiten der Lehre, des Studiums und der Prüfungen zu hören. Die Entscheidungen dazu obliegen dem Fakultätsrat.

Arbeiten bei Benteler – eine Partnerschaft mit Perspektive

Für den Geschäftsbereich **Stahl/Rohr** suchen wir

Projektingenieure (m/w)

für die Standorte Paderborn, Dinslaken und Lingen.

Aufgabenbereich:

Benteler Stahl/Rohr bietet Herausforderungen für kreative Köpfe: Innovative Projekte, die einen ganzheitlichen Ansatz zur Weiterentwicklung unserer Produkte verfolgen, verflochten Anforderungen unserer global tätigen Kunden mit einem fundierten produktionstechnischen Hintergrund. Innovations- und Projektarbeit gestalten die Aufgabe besonders abwechslungsreich und fordern Ihr Engagement.

Qualifikation:

- Abgeschlossenes Studium als Diplomingenieur mit der Fachrichtung Maschinenbau oder
- Studium der Metallurgie/Eisenhüttenkunde, idealerweise mit der Vertiefung Werkstoffkunde/Umformtechnik
- Kenntnisse im Bereich Projektmanagement
- Fundiertes technisches Verständnis
- Teamorientierung, Flexibilität und Reisebereitschaft
- Englischkenntnisse

Angebot:

Neben einer leistungsbezogenen Vergütung und einem differenzierten Weiterbildungsprogramm bieten wir Ihnen eine langfristige Perspektive in unserem Unternehmen. Wir freuen uns, wenn wir Ihr Interesse geweckt haben. Ihre aussagekräftige Bewerbung können Sie uns gerne **online**, per E-Mail oder auf klassischem Wege zur Verfügung stellen.

Benteler Stahl/Rohr GmbH

Arbeitswirtschaft

Peter Jolmes

Residenzstr. 1

33104 Paderborn

peter.jolmes@benteler.de



www.benteler.de

Zeigen Sie bei uns, was Sie können!

Wir suchen engagierte Mitarbeiter, die zielorientiert, verantwortungsbewusst und pragmatisch handeln. Kurz: Menschen, die unseren Erfolg tragen.

Finden Sie Ihre berufliche Herausforderung und interessante Aufgaben bei einem der "Top 100 Unternehmen" der deutschen Industrie. Die international tätige Benteler-Gruppe beschäftigt in den Bereichen Automobiltechnik, Stahl/Rohr und Handel rund 19.000 Mitarbeiter an 150 Standorten in 34 Ländern.

BENTELER

Automobiltechnik • Stahl/Rohr • Handel

TU im Stadtbild Clausthal-Zellerfelds

Technisches Denkmal und neue Beschriftung am Haupteingang der TU Clausthal eingeweiht

Im Mai enthüllte der Präsident der TU Clausthal Professor Edmund Brandt feierlich die neue Beschriftung über dem Haupteingang des Hauptgebäudes der TU Clausthal an der Adolph-Roemer-Straße.

Die Beschriftung präsentiert den Haupteingang in neuem Licht. Zusammen mit dem geplanten Infopoint im Foyer zeigt sich die TU Clausthal für die Bürger und Besucher offen und fest verankert im Stadtbild von Clausthal-Zellerfeld. Der Haupteingang als zentraler Anlaufpunkt wird mit der Beschriftung nach Außen deutlich sichtbar. Im Foyer des Haupteingangs wird der Infopoint für die Besucher und Gäste der TU Clausthal eingerichtet, bei dem sie sich über die Standorte, das Ange-



Haupteingang der TU Clausthal mit neuer Beschriftung

bot informieren können und Auskunft zu geeigneten Ansprechpartnern erhalten.

Die Beschriftungstafel aus Metall mit dem Schriftzug „Technische Universität Clausthal“ ist etwa 3,60 Meter lang und 85 Zentimeter hoch. Die Lehrlinge der metallverarbeitenden Werkstätten der TU Clausthal haben die Tafel in Eigenarbeit hergestellt.

Gleichzeitig wurde ein neues technisches Denkmal vor dem Haupteingang enthüllt. Das Schwungrad des Herstellers Hydraulik GmbH aus dem Jahr 1929 stand zuletzt im Institut für Werkstoffkunde und war dort Teil der Forschungshalle. Das Schwungrad mit Elektromotor trieb eine Strangpresse an.

TU Information eröffnet

Die TU Information im Foyer des Hauptgebäudes hat im September offiziell ihre Arbeit aufgenommen. Das Büro gibt Besuchern der TU Clausthal und der Stadt werktags von 8:00 bis 17:30 Uhr Auskünfte und Hinweise zu Örtlichkeiten, Veranstaltungen, das Angebot der Universität und zu gefragten Ansprechpartnern in der TU Clausthal.

Zudem hält die TU Information Prospektmaterial zur Universität und zu touristischen Attraktionen der Stadt vor. Das Büro dient zur Öffnung der TU Clausthal nach außen und bildet eine Brücke zur Stadt. Mit Sendie Richter und Silvia Ulrich findet jeder Besucher eine Ansprechpartnerin, die ihn gern weiterleitet und ihn mit nötigen Informationen versorgt.

Sendie Richter und Silvia Ulrich erreichen sie in der TU Information unter der Telefonnummer 05323 – 72 0 sowie per E-Mail unter sendie.richter@tu-clausthal.de oder silvia.ulrich@tu-clausthal.de.

Die TU Information bittet zudem die Mitarbeiter der Institute und Hochschuleinrichtungen, über Veranstaltungen zu informieren. Die TU Information benötigt dazu neben dem Titel und einer kurzen inhaltlichen Darstellung, Zeitpunkt, Ort und Ansprechpartner der Veranstaltung. Außerdem wird gebeten, alle Veranstaltungen in den Veranstaltungskalender auf der Internetseite der TU Clausthal einzutragen.

Neues Studieren in Clausthal

■ Im September hat die TU Clausthal ihre neue Broschüre „Studieren in Clausthal“ herausgegeben. Mit aktualisiertem Inhalt und neuem Design präsentiert die Broschüre das Studienangebot mit einigen neuen Studiengängen der TU und zeigt den Lesern die Schwerpunkte der Harzer Hochschule.

Zu den neuen Studiengängen zählen Betriebswirtschaftslehre, Geoenvironmental Engineering, Energie und Rohstoffe, Petroleum Engineering und

Materials Science. In naher Zukunft plant die TU, weitere neue Bachelor- und Masterstudiengänge im Bereich der Informatik und der Wirtschaftswissenschaften sowie auf dem Gebiet des Managements der untertägigen Lagerung von radioaktiven und chemotoxischen Abfällen und des Energiemanagements einzurichten.

Die Broschüre ist bei der Studienberatung der TU Clausthal, Telefon 05323 / 72- 3671, - 2621, erhältlich.

Neues Corporate Design für die TU

■ Seit April zeigt sich die TU Clausthal in neuem Outfit. Nach professioneller Beratung durch die Agentur Citigate SEA in Düsseldorf und finanzieller Unterstützung durch den Verein von Freunden der TU Clausthal hat sich die Universität ein Corporate Design gegeben.

Wesentliche Merkmale des Corporate Designs (CD) sind die Wortbildmarke oder das Logo, die Hausfarbe (HKS 57) und die Hausschrift (Stone). Hinzu kommen ein wiederkehrendes Design der Publikationen und grafische Elemente wie ein grauer Streifen am rechten Rand.



Das Logo der TU Clausthal besteht aus zwei ineinander verschachtelten Quadraten. Das größere grüne Quadrat in der Hausfarbe enthält ein Siegel-element, bestehend aus dem Schacht, dem Ofen, den beiden Clausthaler Wappenlöwen sowie Schlegel und Eisen. Das kleinere graue Quadrat schafft die Verbindung zwischen der Tradition und der modernen Ausprägung der TU Clausthal.



Corporate Design
Handbuch



3000. Student der TU gefeiert

Die TU Clausthal begrüßte in der feierlichen Immatrikulation Ende Oktober in der Aula ihren 3000. Studierenden. Der aus Bad Harzburg stammende Abiturient Steffen Ottow hat sich für Informatik im ersten Semester an der TU Clausthal eingeschrieben. Er erhielt mit Malte Bartsch aus Braunschweig, der sich für Betriebswirtschaftslehre immatrikuliert hat, Sarah Metje aus Springe (Wirtschaftsingenieurwesen) und Ewelina Banasik als Erasmus-Austauschstudentin aus Polen (Maschinenbau/Mechatronik) Poloshirts im neuen Corporate Design der TU Clausthal vom Vizepräsidenten für Studium und Lehre Professor Dr. Thomas Hanschke. Die Studierenden sind vier von mehr als 600 Erstsemestern im Wintersemester 2005/06. Mehr als 600 Studienanfänger gab es zuletzt 1990 an der TU Clausthal.

Die Harzer Universität erntet nun die ersten Früchte der erfolgreichen Umstrukturierung und Modernisierung. Zu den beliebtesten Studiengängen bei Erstsemestern zählen mit insgesamt etwa 300 Immatrikulationen Betriebswirtschaftslehre, Maschinenbau/Mechatronik und Wirtschaftsingenieurwesen. Erfreulich ist auch die Entwicklung im Studiengang Chemie, deren Erstsemesterzahl sich etwa verdoppelt hat.

Bereits im Sommersemester war die Zahl der Erstsemester im Vorjahresvergleich um 18 Prozent gestiegen. Besonders deutlich gestiegen waren die Neueinschreibungen von deutschen Studenten. Hier belief sich die Zahl der Erste-

mester auf 67 zu 39 im Vergleich zum Sommersemester 2004.

Mit über 3000 Studierenden erreicht die TU Clausthal jetzt eine Gesamtzahl, die sie zuletzt 1995 vorweisen konnte. Die positive Entwicklung zeichnete sich in einer stetig steigenden Zahl Studierender seit 1999 ab. Im vergangenen Wintersemester studierten 2865 junge Menschen an der TU Clausthal. Mit über 3000 ist ein Meilenstein erreicht, der laut Präsidium jedoch keineswegs das Ziel der TU Clausthal ist. Langfristig wolle die TU Clausthal etwa 3500 bis 4000 Studierende im Harz begrüßen.



Feierliche Immatrikulation mit Ehrung: (v.l.n.r.) Prof. Dr. Thomas Hanschke, Malte Bartsch, Steffen Ottow, Sarah Metje, Ewelina Banasik

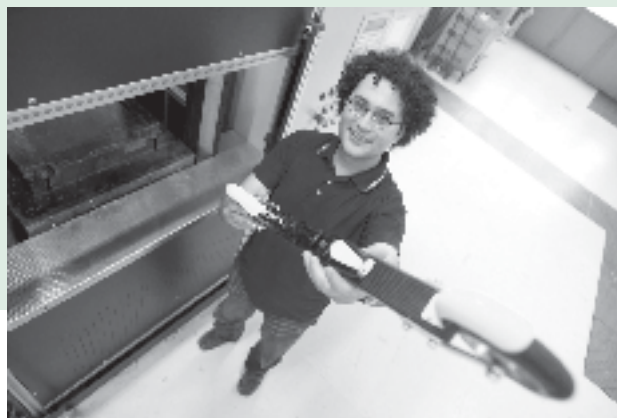
Studium mit Zukunft: Materialwissenschaft und Werkstofftechnik an der TU Clausthal

Moderne Werkstoffe und Materialien begründen heute zum großen Teil unseren Lebensstandard. Ob Autos, Handys oder PCs, Gegenstände des täglichen Lebens bestehen aus vielen hochspeziellen Werkstoffen und Werkstoffkombinationen. Sie reichen von Metallen über Kunststoffe und Halbleiter bis zu speziellen Keramiken und Gläsern. Für Nanowerkstoffe, Materialien mit einer Struktur im Nanometerbereich, rechnen Experten mit möglichen Anwendungen, deren Tragweite sich heute noch gar nicht abschätzen lässt.

Fachleute auf den Gebieten der Materialwissenschaft und Werkstofftechnik sind daher in Industrie und Wissenschaft gefragt. Sie haben jetzt und in Zukunft hervorragende Karriereaussichten.

Die TU Clausthal bietet zum Wintersemester 2005/06 das innovative sechssemestrige Bachelorstudium „Materialwissenschaft und Werkstofftechnik“ an, auf das die viersemestrigen Masterstudiengänge „Materialwissenschaft“ und „Werkstofftechnik“ aufbauen.

Der Bachelorabschluss ist international anerkannt und qualifiziert bereits für den Einstieg in den Beruf. In dem interdisziplinären Studium werden die Studierenden sowohl in naturwissenschaftlichen wie auch ingenieurtechnischen Fächern unterrichtet. Zudem können sie Forschungspraktika und Projektarbeiten in kleinen Gruppen vom ersten Semester an wahrnehmen. Sie werden frühzeitig in die Forschung integriert und profitieren von der ausgezeichneten Betreuung an der TU Clausthal im direkten Kontakt mit Professoren und Wissenschaftlern. Weiterer Bestandteil des Bachelorstudiums ist ein Industriepraktikum von 8 oder 12 Wochen, in dem Studierenden erste Praxisluft schnuppern. Im Masterstudium spezialisieren sich die Bachelorabsolventen entweder auf die überwiegend naturwissenschaftlich geprägte Materialwissenschaft oder auf die mehr ingenieurwissenschaftlich orientierte Werkstofftechnik. Detaillierte Informationen zu den neuen Studiengängen finden sich auf der Internetseite der TU Clausthal unter www.tu-clausthal.de. Beratung zum Studium bieten Dr. L. Steuernagel (Tel. 05323 – 72-2947) oder Dr. R. Galun (Tel. 05323 – 72-3110).



Präsentation des Skiroller-Prototyps im Institut für Polymerwerkstoffe und Kunststofftechnik



**Wir setzen
Maßstäbe!**

Vielseitigkeit, Belastbarkeit und Langlebigkeit – nur drei Ansprüche von Kunden der Georgsmarienhütte an unseren Stahl. Daher brauchen wir stets qualifizierte und engagierte Nachwuchsengeieure.

Schließlich soll auch in Zukunft unser Stahl Maßstäbe setzen.

www.gmh.de



Georgsmarienhütte
GmbH · seit 1856 · Edelstahl

Wider die Schulumüdigkeit in den Naturwissenschaften

Robert-Bosch-Stiftung fördert Pilotprojekt Clausthaler Chemiker

Die Robert-Bosch-Stiftung fördert großzügig ein Projekt mit Schülern der Region am Institut für Organische Chemie der TU Clausthal. Partner sind die Robert-Koch-Schule in Clausthal-Zellerfeld, das Christian-von-Dohm-Gymnasium in Goslar und das Tilmann-Riemannschneider-Gymnasium in Osterode.

Im Rahmen des Programms „NaT-Working – Naturwissenschaften und Technik: Schüler, Lehrer und Wissenschaftler vernetzen sich“ fördert die Stiftung vier unterschiedliche Themenkomplexe. Sie stehen unter dem Leitmotiv Naturstoffe: Isolierung, chemische Modifizierung und Anwendungen und passen wegen ihres Technikbezugs sehr gut zum Profil der TU Clausthal.

Insgesamt verdeutlichen die Themen, dass Chemie eine echte Schlüsselwissenschaft ist, die viele Nachbardisziplinen wie die Material- und Ingenieurwissenschaften miteinander verknüpft. „Ein wichtiger Themenbereich im Fach Organische Chemie im 13. Jahrgang an Gymnasien des Landes Niedersachsen heißt Umwelt-, Lebens- und Anwendungsbezug der Organischen Chemie, zu dem das Projekt ebenfalls hervorragend paßt“, kommentierte eine am Projekt beteiligte Lehrerin.

Im September waren die ersten Schüler des Christian-von-Dohm-Gymnasium in Goslar mit Chemie-Lehrerin Ute Eckhof zu Gast in an der TU. Der 16jährige Schüler Alexander Wolff nutzte die Gelegenheit, um tieferen

Einblick in sein bevorzugtes Fach zu erhalten. „Ich interessiere mich sehr für das Chemiestudium und möchte daher auch ein Vertiefungspraktikum im Rahmen des Projektes machen“, so Alexander Wolff. „Und Clausthal bietet sich als Studienort doch sehr an!“

Ins Leben gerufen hat das Projekt Dr. Andreas Schmidt, Privatdozent der TU Clausthal. Seit vielen Jahren leitet der Wissenschaftler neben seinen Verpflichtungen in Forschung und Lehre das Schülerpraktikum am Institut für Organische Chemie. „Es sind die elementaren Fragen, für welche die Jugendlichen sich begeistern können“, weiß PD Dr. Schmidt. Wie entstand das Leben auf dem blauen Planeten? Was geschieht eigentlich bei der Atmung? Wie unterhalten sich Insekten mit ihresgleichen? „Experimente, die auch nur einen kleinen Einblick in diese komplexen Naturphänomene gestatten, üben eine große Faszination aus“, so PD Dr. Schmidt.

Die komplexen Zusammenhänge der Natur, die auf molekularer Ebene speziell die Organische Chemie vermitteln kann, ist auch eine Fundgrube für die neuesten technischen Entwicklungen. Daher werden die Gymnasiasten in den Laboren der Clausthaler Chemie der Natur – fast – über die Schulter schauen und deren „Patente“ kennen lernen. Die Chemiker gehen dafür in drei Schritten vor: Sie isolieren zuerst einen Inhaltsstoff aus natürlichen Materialien, wie z.B. Pflanzenteilen, und charakterisieren seine Eigenschaften. Im zweiten Schritt wird der Stoff chemisch verändert. Dann wird geprüft, welche Eigenschaften er nun hat und welche technischen Anwendung oder Verarbeitungsmöglichkeiten sich dadurch ergeben. So wird ein Bogen über verschiedene Wissenschaftszweige hinweg gespannt.

Die Möglichkeiten an der TU Clausthal für Schüler und Lehrer stehen seit kurzem unter der gemeinsame Überschrift „Wissenschaft erleben!“. Ansprechpartner des Schülerlabors in der Organischen Chemie ist PD Dr. A. Schmidt, Tel.: 05323- 723861, des „Clausthaler SuperLab“ Prof. G. Schwedt, Tel.: 05323-722209, des Schülerlabors Physik Prof. Dr. F. Balck, Tel.: 05323-722492. Über die Angebote des Frauenbüros gibt Frau M. Larres, Tel.: 05323-722326 und über den beliebten „Flying Science Circus“ J. Brinkmann, Tel.: 05323-727755 Auskunft.



Schülerinnen des Christian-von-Dohm-Gymnasium im Chemie-Seminar

Partnerschule der TUC auf Stahl-Exkursion

Seit November 2004 ist die Albert-Einstein-Schule aus Laatzen bei Hannover Partnerschule der Technischen Universität Clausthal. Durch eine großzügige Beihilfe der Wirtschaftsvereinigung Stahl, vertreten durch den Präsidenten Prof. Dr.-Ing. Dieter Ameling, wurde es den 14 Schülerinnen und Schülern des Chemie-Leistungskurses ermöglicht, auf einer dreitägigen Exkursion einen Einblick in die Stahlindustrie zu bekommen. Geplant wurde sie durch den Kontaktlehrer Peter Heinzerling, selber ehemaliger Absolvent der TU Clausthal mit guten Einblicken in das Thema ‚Eisen und Stahl‘.

Bei der Exkursion ging es dem Lehrer darum, den Schülern berufliche Alternativen zu den herkömmlichen Studienfächern Nahe zu legen und besonders auf die guten Perspektiven der Metallurgie und Werkstoffkunde aufmerksam zu machen.

Am ersten Tag ging es in aller Frühe Richtung Osna-brück zur Georgsmarienhütte, einem Unternehmen von Dr. Jürgen Großmann. Begrüßt wurde die Gruppe vom Bereichsleiter Technik, Herrn Peter van Hüllen, der mit launigen Worten die Aktivitäten des Betriebes und die weltweite Verbreitung seiner Produkte beschrieb. Ausgerüstet mit Schutzkleidung ging es zum Gleichstrom-Lichtbogenofen, der dank einer Betriebsunterbrechung gerade unter donnerndem Getöse angefahren wurde. Betriebsleiter war hier übrigens ein Clausthaler, Dr.-Ing. Roland Kaiser. Aus dem aus Schrott erschmolzenen Roheisen wurde in einer großen Pfanne Edelstahl ‚gekocht‘, der später als Rundmaterial die Walzhalle verließ. Beeindruckend für die Schülerinnen und Schüler war das engagierte Auftreten der Mitarbeiter, die sich sehr lobend über das Betriebsklima äußerten.

Nachmittags ging es ausgestattet mit Gastgeschenken der Georgsmarienhütte – Schweizer Armeemesser aus Edelstahl und Kappen mit Firmenlogo – zum Quartier nach Düsseldorf: von dort war die Thyssen-Krupp Stahl AG in Duisburg am nächsten Morgen sehr günstig zu erreichen. Nach einer kurzen Begrüßung durch einen Mitarbeiter der Personalabteilung im Besucherzentrum war das größte Stahlwerk der Welt angesagt. Nach einer Rundfahrt an der Kokerei, den Hafenanlagen und der Sinteranlage vorbei gab es High-tech pur in der ‚old economy‘: die Steuerungszentrale der beiden weltgrößten Hochöfen. Doch bei einer solchen Besichtigung darf natürlich der Blick in das Abstichloch nicht fehlen. Neu für Schüler, die bisher nur den Thermit-Versuch kannten, war der kontinuierliche Abstich: so etwas steht in keinem Schulbuch. Im Stahlwerk durften die Besucher ganz nahe an die Konverteröfen treten und einen Blick durch die Beobachtungsfenster werfen. Ein eifrig fotografieren-

der junger Mitarbeiter stellte sich als Doktorand der TUC vor. Langsam fragte man sich: gibt es denn überhaupt einen Betrieb, der nicht von einem Clausthaler geleitet wurde ?! Oh ja: bei der letzten Station, dem Warmbandwalzwerk kam der Leiter aus Duisburg. Dass ThyssenKrupp nicht nur Stahl herstellt, erfuhr die Gruppe im Entwicklungszentrum: ein junger Ingenieur stellte ein Leichtbaukonzept für Automobile vor, die NSB (New Steel Body)- Studie. Damit soll der Technologievorsprung dieses Werkstoffes langfristig gesichert werden. Gestärkt durch ein Mittagessen im Schifferheim verließen die Schüler das Werk, um völlig erschöpft durch ungewohnte Tätigkeit im Zug einzuschlafen.

Der dritte Tag war der Grundlagenforschung gewidmet: das Max-Planck-Institut für Eisenforschung war angesagt. An vier Stationen erfuhren die Schüler von der Arbeit von Physikern im Bereich der Nanotechnologie und Werkstoffforschung auf höchstem Niveau: es wurden Weltraumbedingungen simuliert, um Oberflächen von Werkstoffen zu manipulieren. Ein ehemaliger Clausthaler, Professor Frommeyer, führte persönlich die Erzeugung eines Lichtbogens im Vakuum vor, um Metalle zu vergüten. Von diesem hohen Olymp der Grundlagenforschung nur ein Steinwurf entfernt ist das Betriebsforschungsinstitut (BFI) des Stahl-Zentrums. Hier wehte ein ganz anderer Wind: praxisnahe Forschung galt es hier zu bewundern, denn dieses Institut muss sich zu 50% selber finanzieren. Alle Mitarbeiter beider Institute haben es sehr gut verstanden, die Probleme den halbgebildeten Laien darzustellen. Der anschließende Imbiss im Stahl-Zentrum endete mit einer Verabschiedung durch den Präsidenten persönlich. Die Albert-Einstein-Schule wird dieses Ereignis im Jahrbuch festhalten.

Autor: Peter Heinzerling

Sommerfest und Sommerball der TU Clausthal

Anfang Juli veranstaltete die TU Clausthal ein Sommerfest und einen Sommerball, zu dem sich Gäste aus der ganzen Region in Clausthal-Zellerfeld einfanden.

In der für den Straßenverkehr gesperrten Schulstraße neben



dem Hauptgebäude der TU Clausthal wurde getanzt, gelacht, getrunken und geschlemmt. Zwischen Hauptgebäude und Marktkirche präsentierten sich zahlreiche Hochschulsportgruppen, der Flying Science Circus gab einen Auszug aus seinem Programm und ein studentischer Gospelchor erfreute die Zuhörer mit schwungvollen Liedern.



Für Groß und Klein gab es etwas zum Staunen und zum Probieren. Ob zum Nagelwettbewerb, zum Oberharzer Zehn-Kampf, zum Klettern an der Kletterwand oder zum Aerobic Kurs vom Fitness Studio am Schlagbaum, sportlich ging es heiß her. Die Hochschulgruppen Aikido, Steptanz und Irish Folk gaben Kostproben ihres Könnens. Die Kinder hatten Spaß an der großen Kinderhüpfburg und am Kistenklettern. Aus der Stadt präsentieren sich Feuerwehr, Technisches Hilfswerk und der Kunsthandwerkermarkt.

Aber ins Schwitzen brachte die Gäste nicht nur das tolle Programm, sondern auch die den ganzen Tag scheinende Sonne. Die erholsame Abkühlung lieferte dann die Strandbar mit Cocktailspezialitäten und das frisch gezapfte Bier vom Studentenwerk. Mit der Grill-Lokomotive der Fleischrei Eine ließ sich der Gaumen verwöhnen. Dazu legten DJ's fetzige Musik für Jung und Alt auf. Am Abend lud die StuZ-Party im Studentenzentrum zum Abzappeln oder der Sommerball in der Aula auf das Tanzparkett ein.

Große Unterstützung erhielt die TU Clausthal nicht nur von der Citygemeinschaft und den Clausthaler Tanzbären e.V., sondern auch von zahlreichen studentischen Helfern und Dipl.-Ing Jan Braun, der als Assistent des Präsidenten das Fest auf die Beine gestellt hatte.



MAN TAKRAF Fördertechnik

Open Cast Mining Equipment and Systems
for Extracting, Conveying, Dumping,
Crushing and Processing of Coal,
Ore and other Minerals

Innovation on the basis of tradition



Crushing Plant, Cliffe Hill/United Kingdom



Surface Miner, Tashkura/Uzbekistan

MAN TAKRAF Fördertechnik GmbH
Torgauer Strasse 336 · 04347 Leipzig · GERMANY
Phone: +49. 341. 2423-500 · Fax: +49. 341. 2423-510
sales@mtf.man.de · www.man-takraf.de

MAN TAKRAF Fördertechnik -
Ein Unternehmen der MAN Ferrostaal AG



Campus-Sport verbindet

Trendsport und interkulturelles Leben bot das Sommersportfest

Kennen Sie Speedminton? Die neue Trendsportart präsentierte eine Gruppe aus Berlin, die das Sportinstitut der TU Clausthal zum Sommersportfest am 2. Juli eingeladen hatte.

Bernhard Maag, Mitarbeiter des Sportinstituts, erklärte: „Speedminton ist eine Mischung aus Badminton und Squash. Der Unterschied zum Badminton liegt in der Art, den Ball besonders stark zu beschleunigen. Daher auch der Ausdruck Speed, wie Geschwindigkeit. Die neue Funsportart entwickelte sich vergleichbar zum Beachvolleyball, das aus dem traditionellen Volleyball entstanden ist.“ Lockeres spielen am Strand, mit einem leuchtenden Ball in der Dämmerung oder extreme Schüsse im Park haben ihren ganz besonderen Reiz. „Speedminton stieß auf Interesse und die Besucher haben gut mitgemacht“, freute sich der Diplomsportlehrer.

Das Sommersportfest bot den Zuschauern ein Programm zum Ausprobieren und Staunen. Ob Aikido, Scottish Country Dancing, Fechten oder Beachvolleyball, für jeden Geschmack und jede Altersgruppe war etwas dabei.

Da ficht die 8jährige Alina Bußmann mit der Chemiestudentin Svenja Grube, die aus dem Kreis Osterode kommt. Auf die Frage, was ihr am besten gefallen hat, antwortete Svenja Grube: „Die Aikido-Show.“ Dass Aikido-Kämpfer jedoch nicht nur gute Techniker sind, sondern auch tanzen können, bewiesen sie im Show-Unterricht bei den Scottish Country-Tänzern. Da sah man Männer in Schottenröcken mit Damen in weißen Aikido-Sportanzügen tanzen. Die Stimmung war gut und die Leiterin des Sportinstituts, Professor Regina Semmler-Ludwig, zeigte sich mit der Besucher- und Teilnehmerzahl zufrieden. Immerhin hatten sich 15 Teams zur Fußball-Hochschulmeisterschaft gemeldet. Nach vier Turniertagen siegte das Team „Rasenmäher“. Die Plätze zwei bis vier belegten die Mannschaften „Ossud L'Atlas“, „Rinderwahnsinn“ und die Kamerunische Studentengemeinde.

Überhaupt ging es auf dem Fest sehr international zu. Beim Basketball spielten Studenten aus vier Nationen gemeinsam in einem Team. Anton Fomin, Austauschstudent der Werkstoffwissenschaften aus Moskau und der Wirtschaftsinformatikstudent Wei Wei aus China erzählten, dass sie sich sehr wohl in Clausthal fühlten. Über den Sport finden sie zusammen und die gemeinsame Sprache ist Deutsch. Wei Wie begann bereits zwei Jahre vor seinen Studium in Clausthal,

Deutsch zu lernen. Im ersten Jahr paukte er 20 Stunden die Woche Deutsch in China.

Der Sport bietet allerbeste Möglichkeiten, sich kennen zu lernen und über Grenzen hinweg, gemeinsam Spaß zu haben. Plötzlich ist Integration kein Problem, sondern wird aktiv gelebt.

Die offenen Hochschulmeisterschaften im Beachvolleyball gewannen Jörg Biniasch und Richard Pohl, ein Schüler aus Bad Gandersheim. Höhepunkt der Veranstaltung waren der Barbarenlauf und die traditionelle Bierstaffel. Bei der Bierstaffel rannten und tranken 22 Teams mit je zehn Sportlern um die Wette, Sandwürmer gegen die Herren in Bademantel. Manch einer konnte vor dem Biertisch kaum bremsen und nahm nicht nur einen Becher Bier oder Wasser, sondern



Viel Spaß bei der Bierstaffel

gleich den ganzen Tisch mit. Außer Atem geht es dann darum, wer am schnellsten sein Bier getrunken hat und den Wettlauf zum Staffelpartner fortsetzen kann. Gewonnen hat in diesem Jahr das Team der Beachvolleyballer „Sandwürmer“ dicht gefolgt vom spanischen Team Grumito, das ein paar Fußballer vervollständigten. „Einige waren wohl von den Endspielen des Confederations Cup im Fernsehen gefesselt vor dem Fernseher geblieben“, bedauerte Regina Semmler-Ludwig.

Den Barbarenlauf mit 13 Teilnehmern gewann der Student Enrico Becker vor Felix John. Nach dem Sport feierten die Besucher und Teilnehmer vor und in der Uni-Halle bei Grillwürstchen und guter Laune weiter.

Neue Bohranlage für Insel Mittelplate im Aufbau

Seit 1987 wird von der Bohr- und Förderinsel Mittelplate, die vor Friedrichskoog im Wattenmeer liegt, Öl gefördert. Jetzt wird auf Mittelplate eine neue Bohranlage installiert, die so genannte "T-150", die in Bereiche vordringen kann, die bislang nicht zugänglich waren.

Sieben Kilometer vor der Küste von Friedrichskoog-Spitze baut das Mittelplate Konsortium (RWE Dea als Betriebsführer und Wintershall) zurzeit auf der Bohr- und Förderinsel Mittelplate die neue Bohranlage T-150 auf. Pressesprecher Derek Mösche:

"Dieses Kürzel steht für eine moderne 70 Meter hohe High-Tech-Anlage, die speziell auf die Arbeit im sensiblen Wattenmeer ausgerichtet ist. Das T steht dabei für Turm, die 150 besagt, dass es die erste (1) Bohranlage der RWE Dea mit 500 (50) Tonnen Hakenlast ist. Die Bohranlage besteht aus dem eigentlichen Bohrturm und dem Gestängelager. Beide können auf Schienen in Nord-Süd-Richtung, der Bohrturm zusätzlich auch in Ost-West-Richtung verschoben werden, um alle 44 Bohransatzpunkte zu erreichen."

Die T-150 wird ab Dezember dafür sorgen, dass der Bohrmeißel bis zu 10.000 Meter weit zu den bislang nicht zugänglichen ölführenden Sandsteinschichten in 2.000 bis 3.000 Meter Tiefe vordringt. Dort befinden sich im Ölfeld Mittelplate die ergiebigsten Ölvorkommen Deutschlands.

Bislang wurden von der Bohr- und Förderinsel Mittelplate 18 von 44 möglichen Bohrungen realisiert und 9,5 Millionen Tonnen Öl gefördert. Die anfänglich jährlichen Förderraten von rund 200.000 Tonnen Erdöl konnten durch eine ständige Anpassung der Fördereinrichtungen auf der Insel und durch Erweiterung der Transportkapazitäten auf rund 900.000 Tonnen pro Jahr erhöht werden. Wegen der tiden- und wetterbedingt eingeschränkten Transportmöglichkeiten war damit das Förderlimit auf der Insel erreicht.

Die Pipeline-Anbindung der Bohr- und Förderinsel Mittelplate an die Aufbereitungsanlagen der Landstation Dieksand und die neue leistungsstarke Bohranlage bewirken eine Erhöhung der Erdöl-Produktion von der Insel auf jährlich 1,2 bis 1,6 Millionen Tonnen Öl. "Dabei zeichnet sich das Erweiterungsprojekt auch durch ökologische Vorteile aus", so Mösche. "Nach einer Übergangsphase können jährlich rund 1.000 Öltransporte mit den eingesetzten speziellen Schubverbänden entfallen. Gleichzeitig verkürzt sich die Gesamtförderdauer aus dem Ölfeld um rund zehn Jahre."

Mit ihrem größeren Bohrradius wird die T-150 das Ölfeld Mittelplate optimal erschließen. Gebaut wurde sie von der Bentec GmbH in Bad Bentheim. Die 38 Millionen Euro teure Anlage zählt zu den größten und modernsten Bohranlagen Europas.

Da die übrigen inländischen Lagerstätten weitgehend ausgefördert und erschöpft sind, ist Mittelplate mit knapp 65 Prozent der nationalen Rohölreserven das einzige deutsche Ölfeld mit Zukunft.



Attraktives Wassersportangebot beim Bootshausfest der TU

Das Bootshausfest der Technischen Universität lockte im Juli über hundert Wassersportbegeisterte zur Okertalsperre. Bei traumhaftem Sommerwetter bot das Fest den Besuchern ein abwechslungsreiches Programm zum Mitmachen und Zuschauen. Die offenen Hochschulmeisterschaften im Segeln bei guten Windverhältnissen bestritten 19 Boote in zwei Wettfahrten. Den ersten Platz erreichte Manfred Marheine von der Rudervereinigung Nordharz, gefolgt von Georg Mausolf und Wolfgang Heyn von der Rudervereinigung Nordharz sowie Stefan Förste von der TU Clausthal. Bei der internen Hochschulwertung belegte den ersten Platz Stefan Förste, Platz zwei ging an Wolfgang Schade und Marie-Sünje Schade Platz drei an Jost Krüger und Marcus Melato.

Sieger beim Ruder-Cup im Doppelvierer mit Steuerermann wurde das Team der Rudervereinigung Nordharz vor den Assistenten der TU Clausthal mit Frederike Merz, Oliver Töpfer, Christian Meyer, Silke Schomann und Stefanie Fröbe. Platz drei ging hier an die Professoren der TU Clausthal mit Wolfgang Schade,



Segeln auf der Oker

Gerhard Ziegmann, Rainer Schmid-Fetzer, Winfried Daum und Friedrich Balck.

Sportbegeisterte hatten die Möglichkeit unter qualifizierter Anleitung der Übungsleiter des Sportinstitutes, die ersten Schritte beim Windsurfen und Kajak fahren zu erlernen. Die Mitarbeiter des Sportinstitutes der TU Clausthal boten der großen Zahl an Gästen neben dem gut organisierten Wassersportprogramm auch Leckereien aus der kalten und warmen Küche.

Clausthaler Geophysikstudenten forschen an den Nasca-Linien

Zu einem Studium der Geophysik gehört ein großer Anteil praktischer Ausbildung im Gelände, um Erfahrungen in der Vorbereitung, Durchführung und Auswertung geophysikalischer Messungen zu gewinnen. Dazu werden Geländepraktika und Messexkursionen vom Institut für Geophysik angeboten, wo an praktisch relevanten Aufgabenstellungen

insbesondere die Handhabung geophysikalischer Messtechnik trainiert wird. Die Exkursionen der letzten Jahre führten in die Steiermark, das Federseemoor in Baden-Württemberg, den Thüringer Wald, das Alpenvorland oder nach Polen, Italien und in die Türkei. In diesem Jahr erhielten die künftigen Geophysiker in Clausthal eine vielversprechende Einladung zur

Beteiligung an einem Forschungsprojekt zu geowissenschaftlichen Untersuchungen im Umfeld der geheimnisvollen Nasca-Linien im Süden Perus.

Die wissenschaftliche Dokumentation der in den Boden der Steinwüste gezeichneten Figuren, Linien und Pistas ist eng mit dem Namen der aus Dresden stammenden Mathematikerin Dr. Maria Reiche (1903 – 1998) verbunden, die für viele Jahre in der Wüste lebte und sich unermüdlich für den Erhalt dieser historischen Zeugnisse einsetzte. Sie arbeitete mit großer Leidenschaft an der Lösung der zahlreichen Fragen, die diese rätselhaften Linien und Figuren aus der Nasca-Kultur (100 bis 600 u.Z.) den nachfolgenden Generationen aufgaben. Im Jahre 1994 wurden die Figuren und Linien in das UNESCO-Weltkulturerbe aufgenommen. An weiterführenden wissenschaftlichen Untersuchungen dieser Geoglyphen sind zahlreiche Forschergruppen aus vielen Ländern der Welt interessiert. Doch nur wenige Forscher erhalten die Erlaubnis, direkt an den Linien im Gelände zu arbeiten. Jede Untersuchung stellt einen gewissen Eingriff dar, mit dem die Gefahr der weiteren Auslöschung dieser wertvollen Zeugnisse einhergeht.

Die Hochschule für Wirtschaft und Technik Dresden (FH), die sich dem Erbe von Maria Reiche in besonderem Maße verpflichtet fühlt und schon seit mehr als zehn Jahren die kartografische Dokumentation der Geoglyphen fortsetzt, hat dieses Projekt mit geowissenschaftlicher Zielstellung gemeinsam mit der Pontificia Universidad Catolica del Peru in Lima initiiert. Die enge Verbindung der Dresdner Hochschule zu Maria Reiche, die in Peru fast wie eine Heilige verehrt wird, hat sicher dazu beigetragen, dass trotz verschärfter Vorschriften die geowissenschaftlichen Untersuchungen in diesem sensiblen Gebiet im August und September 2005 durchgeführt werden konnten. Das Besondere der diesjährigen Expedition bestand darin, dass alle wissenschaftlichen Untersu-

chungen maßgeblich von Studierenden durchgeführt wurden. An den Messungen waren neben den drei Geophysikstudenten aus Clausthal auch Studenten von der University Catholica Lima und der TU Bergakademie Freiberg beteiligt. Die Clausthaler Studenten waren für die geoelektrischen und geomagnetischen Messungen verantwortlich. Die große Trockenheit in diesem Gebiet (es hat seit vier Jahren nicht geregnet!), Temperaturen von nahe 40°C um die Mittagszeit (obwohl auf der Südhalbkugel Winter ist!), die zum Teil langen Fußmärsche mit schweren Gerätekoffern zu den Messfeldern sowie die Notwendigkeit, vor Ort Spezialschuhe mit großer Auflagefläche zu tragen, erschwerten die Bedingungen für die Messungen erheblich. Doch unter großem Einsatz aller Exkursionsteilnehmer wurden insgesamt sechs Teilflächen intensiv geophysikalisch untersucht und geochemisch beprobt. Mit zahlreichen Proben im Gepäck traten die Exkursionsteilnehmer die Heimreise an. Nun gilt es in den kommenden Wochen, die Feldmessungen gründlich auszuwerten, weiterführende petrophysikalische und geochemische Laboruntersuchungen an den Proben durchzuführen und schließlich alle Ergebnisse in einem Bericht zusammenzufassen. Mit den geowissenschaftlichen Untersuchungen kann nur ein kleiner Baustein zur Lösung der vielen noch offenen Fragen geliefert werden, die sich um die geheimnisvollen Geoglyphen in der Pampa ranken.

Die Studierenden der TU Clausthal haben bei der Exkursion sehr viel gelernt: die Bedienung wertvoller Messgeräte, die Auswertung großer Datenmengen, die Anpassung an komplizierte Messbedingungen. Sie haben auch die wichtige Erfahrung gesammelt, dass manche wissenschaftliche Aufgabenstellung nur erfolgreich in einer internationalen und interdisziplinären Forschergruppe bearbeitet werden kann.

Autor: Prof. Dr. Andreas Weller



Geophysikstudenten an den Nasca-Linien



Unerwartete Hindernisse beim Göttingen Shuttle-Service

Der aktuelle AStA hat es sich zur Aufgabe gemacht, die Situation von autolosen Clausthaler Studierenden endlich erheblich zu verbessern. Neben dem CarSharing-Projekt und der geplanten Einführung eines Semestertickets nach Göttinger Vorbild soll auch ein Göttingen Shuttle-Service eingerichtet werden.

Denn die Situation für Clausthaler Studierende aus dem Süden Deutschlands ist sehr unerfreulich. Nächster Knotenpunkt für Fernzüge ist Göttingen. Der direkte und damit günstigste Weg nach Göttingen führt über Northeim. „Direkt“ heißt hier allerdings: drei Buslinien und über zwei Stunden werden für die weniger als 35 km zum Northeimer Bahnhof benötigt. Die Strecke von Northeim nach Göttingen ist dann in maximal 17 Minuten geschafft. Kaum ein Studierender setzt sich dieser Tortur noch aus – die

Für den Shuttle-Service soll uns freundlicherweise von der Universität ein Bus zur Verfügung gestellt werden, der dann von einer sogenannten „1-Euro-Kraft“ gefahren werden soll. Doch sowohl mit dem Bus der TU, als auch mit der „1-Euro-Kraft“ gibt es noch Probleme.

Da das Land in der Regel keine Versicherungsverträge abschließt und die Universität für eventuelle Schäden am oder durch den Bus selber haftet, muss hier eine für alle Seiten akzeptable Lösung gefunden werden. Zurzeit sucht neben dem AStA auch die neue Justiziarin der TU Clausthal, Frau Colditz, dankenswerter Weise nach Lösungen für dieses Problem.

Das Arbeitsamt, dem die Vermittlung von „1-Euro-Kräften“ obliegt, ist mit der Forderung an den AStA herangetreten, er möge eine Unbedenklichkeitsbescheinigung von der Industrie- und Handelskammer



schnellsten Wege führen über Goslar oder Seesen nach Göttingen, allerdings kosten die auch mehr Geld und dauern ebenfalls über zwei Stunden.

Da mit den Busunternehmen in den letzten Jahren für dieses Problem keine Lösung gefunden werden konnte, hat der AStA sich der Sache jetzt selbst angenommen. Unser Plan sieht vor, Studierende und eventuell Angehörige der TU Clausthal nach Anmeldung an den Wochenenden (Donnerstag Abend bis Montag Morgen) mit einem Bus vom Kronenplatz direkt zum Göttinger Hauptbahnhof bzw. zurück zu befördern. Um den Bedarf an einer solchen Einrichtung abschätzen zu können, hat der AStA am Ende des Sommersemesters 2005 an einem Wochenende einen Probebetrieb durchgeführt. Dabei zeichnete sich mit ca. 40 Plätzen und unerwartet reger Diskussion mit dem AStA ein sehr starkes Interesse in der Studierendenschaft ab. Auch jetzt, da der Service nicht wie versprochen zum Wintersemester begonnen hat, gab es wieder etliche Nachfragen und Verbesserungsvorschläge von Studierenden.

(IHK) vorlegen, aus der hervorgeht, dass der geplante Shuttle-Service die ortsansässigen Busunternehmen nicht zu sehr benachteiligt. Nach einigem Hin und Her im bürokratischen Dschungel der IHK scheint sich jetzt aber endlich eine Lösung abzuzeichnen.

Der genaue Starttermin des Göttingen Shuttle-Service liegt also momentan noch im Ungewissen – wir vom AStA sind allerdings zuversichtlich und hoffen auf einen schnellen Beginn dieses von den Studierenden sehnlichst herbei gewünschten Service.

Autor: David Christian Berg (AStA)

Mit Sicherheit: Erdgas und Erdöl aus Niedersachsen



Hohe Sicherheitsstandards



Umweltbewusste Verarbeitung



Heimische Förderung



Sicheres Erdöl



Bedarfsgerechte Speicherung

Die ExxonMobil Production Deutschland GmbH mit Firmensitz in Hannover betreibt für die BEB Erdgas und Erdöl GmbH und die Mobil Erdgas und Erdöl GmbH vorwiegend in Norddeutschland Erdgas- und Erdölproduktionsanlagen. Sie fördert im Auftrag dieser Unternehmen pro Jahr etwa 15 Milliarden Kubikmeter Erdgas und über 750.000 Tonnen Reindöl. Außerdem wird von der ExxonMobil Production Deutschland GmbH die Reinigung, der Transport und die Speicherung des produzierten Erdgases durchgeführt. Das Reindöl wird in deutschen Raffinerien zu Qualitätstreibstoffen und -Ölen weiter verarbeitet. Dies geschieht unter Beachtung höchster Sicherheitsstandards, um Umfeld und Umwelt so wenig wie möglich zu belasten.

ExxonMobil Production

Rietborst 12 · 30659 Hannover · Tel. 05 11/641-0

Kontinuierliche Tagebautechnik

Wir liefern wirtschaftlichste Lösungen für moderne Tagebaue



ThyssenKrupp Fördertechnik GmbH
Gesellschaft für Mining
Altenhofer Str. 100
D-51422 Essen
Tel. +49 (0) 202 50 0
Fax +49 (0) 202 50 0
<http://www.thyssenkrupp.com>

ThyssenKrupp Fördertechnik

Automation - ThyssenKrupp Technologies



ThyssenKrupp

Neue Stiftungsprofessur für Endlagersysteme an der TU Clausthal

■ Eine Stiftungsprofessur für Endlagersysteme erhält die TU Clausthal von der GNS Gesellschaft für Nuklear-Service (GNS) in Essen. Den Stiftungsvertrag unterzeichneten im Oktober der Geschäftsführer der GNS Dipl.-Ing. Holger Bröskamp, der Niedersächsische Wissenschaftsminister Lutz Stratmann und der Präsident der TU Clausthal Professor Dr. Edmund Brandt. Die TU Clausthal freut sich, mit der GNS, einem Tochterunternehmen der Kernkraftwerksbetreiber, einen Stifter und Partner in der Forschung und Lehre gewonnen zu haben.

Die TU Clausthal verfügt über eine seit Jahrzehnten gewachsene Expertise auf dem Gebiet der Endlagerforschung. Derzeit bearbeiten unter anderen Professor Karl-Heinz Lux, Professur für Deponietechnik und Geomechanik, und Professor Kurt Mengel, Professur für Mineralogie, Geochemie und Salzlagerstätten, intensiv wissenschaftliche und technische Fragestellungen zu dem Thema. Die vorhandenen Kapazitäten werden künftig durch die neue Professur für Endlagersysteme in hervoragender Weise ergänzt. Die Stiftungsprofessur wird sich schwerpunktmäßig mit den wissenschaftlichen Grundlagen für die Konzeption künftiger Endlagersysteme befassen. Damit wird das Profil der TU Clausthal auf dem Gebiet der Endlagerforschung vervollständigt und ist so in seiner Gesamt-

heit an keiner anderen deutschen Hochschule zu finden.

Das Studienangebot wird parallel zu der Stiftungsprofessur mit dem Masterstudiengang „Radioactive and Hazardous Waste Management“ zum Wintersemester 2006/07 erweitert. Geplant ist, in dem Masterstudiengang mit Universitäten in europäischen Nachbarländern wie Frankreich, Spanien, Belgien, Tschechien und Finnland zusammenzuarbeiten. Die TU Clausthal hat dazu bereits einen Antrag bei der Europäischen Union gestellt. In Deutschland ist die TU Clausthal damit die einzige Universität, die das volle Spektrum in Forschung und Lehre im Bereich der Endlagerung anbieten kann.

Der Wissenschaftsbereich Endlagerung wird mit der neuen Stiftungsprofessur in dem neu zu gründenden Institut für Endlagerforschung an der TU Clausthal gebündelt werden. Er bildet auch das Ende einer Kette der Energieerzeugung aus Kernkraft. Damit rundet die TU Clausthal ihre Kompetenzen auch auf dem Gebiet der Energieforschung ab. Die Hochschule plant ein Energieforschungszentrum einzurichten, in dem alle Fragen von der Energieerzeugung, über den Energietransport und die -verteilung bis hin zur Energiewirtschaft und zum Energierecht behandelt werden.

TU Clausthal zählt zu den Spitzen-Universitäten

■ Die TU Clausthal gehört zu den besten Universitäten des Landes und schneidet in den Bereichen Maschinenbau, Wirtschaftsinformatik, Informationstechnik und Physik in verschiedenen Rankings sehr gut ab.

■ Maschinenbau erobert Platz eins

Der Maschinenbau der TU Clausthal erreicht im Patentindex des aktuellen Focus-Rankings im September Platz eins. Mit einem Patentindex von 100 liegt der Clausthaler Maschinenbau weit vor den ersten

sechs Hochschulen des Gesamtscores und damit noch vor den Universitäten Hannover und Braunschweig.

Die Platzierung ist für die TU Clausthal erfreulich und keine Überraschung. Bestätigt doch die gute Reputation bei Unternehmen die industriennahe Forschung der TU und die Qualität der Ausbildung. Der größte Teil der Patente wurde von Unternehmen angemeldet und entstand in enger Zusammenarbeit mit Clausthaler Professoren. Besonders viele Patente entwickelt haben die Professoren der Kunststofftechnik und des Maschinenbaus.

Beste Drittmittelquote für Physik

Ebenfalls Bestnoten in der Focus-Reihe erhielt die Physik der TU Clausthal. Sie verzeichnet deutschlandweit die höchsten Drittmiteleinnahmen. Mit 422.200 Euro Einnahmen pro Professor des Fachgebiets bewegt sich die Physik der TU auf dem Niveau der TU München, die im Gesamtscore Physik den ersten Platz belegt.

Die sehr gute Platzierung erreicht die TU Clausthal durch hohe Einnahmen der Physik für Forschung auf dem Gebiet der Sicherheitstechnik. Die Abteilung Angewandte Photonik erhielt 2003 etwa eine Millionen Euro vom Wehrwissenschaftlichen Institut für Werk- Explosiv- und Betriebsstoffe, um Geräte zur Detektion von Minen zu entwickeln. 2003 präsentierte die Arbeitsgruppe unter der Leitung von Professor Wolfgang Schade den ersten Prototyp einer Minensuchnadel mit Lasertechnik. Die Forschergruppe arbeitet nun an einem mobilen Sprengstoffdetektor, mit dem sich beispielsweise in Flughäfen Personen auf Sprengstoffspuren kontrollieren lassen. An dem Projekt, das unter dem Arbeitstitel „Spürhund“ bekannt ist, zeigte sich in diesem Jahr auch die Nato interessiert. Nach einer Präsentation der Technik steht einer neuer Forschungsauftrag für die Abteilung Angewandte Photonik in Aussicht.

Das Focus-Ranking bestätigt das gute Ergebnis der kürzlich veröffentlichten Daten des Statistischen Bundesamtes zu den Drittmiteleinnahmen deutscher

Universitäten. Hierbei erreichte die TU Clausthal einen sechsten Platz und liegt damit in Augenhöhe mit der TU Darmstadt und der Universität Bremen. Zu den drittmittelstärksten Instituten der TU Clausthal gehören die Institute Aufbereitung und Deponietechnik, Nichtmetallische Werkstoffe, Maschinelle Anlagentechnik und Betriebsfestigkeit, Metallurgie, Physik und Physikalische Technologie, Tribologie und Energiewandlungsmaschinen sowie Werkstoffkunde und Werkstofftechnik.

Bei Unternehmern und Studierenden beliebt

Im diesjährigen Ranking des Journals „karriere“ erreicht die TU in den Fächern Maschinenbau, Wirtschaftsinformatik und Informatik Plätze unter den Top-10 in Deutschland. Das Votum der Umfrageteilnehmer reiht die Informatik der TU Clausthal auf den 6. Platz unter allen deutschen Hochschulen ein. In den Fächern Maschinenbau und Wirtschaftsinformatik erreichte sie den 9. Platz.

Das Centrum für Hochschulentwicklung (CHE) gab im Mai die Ergebnisse ihres bekannten Studienführers in Zusammenarbeit mit der Zeit heraus. Hierin erreichte die TU Clausthal in einigen Fächern vor allem in der Bewertung durch die Studierenden, der Ausstattung und der Forschungsgelder die Spitzengruppen. Zu den am besten bewerteten Fächern zählten Wirtschaftsinformatik, Wirtschaftsingenieurwesen, Maschinenbau, Chemie, Informationstechnik und Physik.

TU Clausthal bundesweit unter den zehn drittmittelstärksten Universitäten je Universtätsprofessur

Nach Mitteilung des Statistischen Bundesamt im September liegt die TU Clausthal in der bundesweiten Rangliste der Drittmiteleinnahmen je Professorenstelle (C3-/C4-Stellen) an Platz sechs.

Die TU Clausthal kann Drittmittel pro Professorenstelle in Höhe von 218.100 Euro für 2003 verbuchen und hat sich um 15 % gegenüber dem Vorjahr gesteigert. Sie nimmt damit in Niedersachsen die stärkste Position ein.

Das Bundesamt wertete die Einnahmen im Jahr 2003 von privaten und öffentlichen Einrichtungen aus. Besonders erfolgreich waren die Professoren und Professorinnen der ingenieurwissenschaftlichen Lehr- und Forschungsbereiche der Universitäten.

Quelle:
Statistisches Bundesamt
21.09.2005

LaserAnwendungsCentrum an der TU Clausthal gegründet

Physik und Materialwissenschaft in Kooperation im LaserAnwendungsCentrum LAC der TU Clausthal

An der TU Clausthal vereinen das Institut für Physik und Physikalische Technologien und das Institut für Nichtmetallische Werkstoffe ihre Kompetenzen im neu gegründeten LaserAnwendungsCentrum LAC. Die interdisziplinäre Einrichtung führt Wissenschaftler beider Institute an einem Ort nicht nur theoretisch, sondern auch in der Praxis zusammen.

Das LAC folgt damit dem Trend in der Industrie, fächerübergreifend Lösungswege zu beschreiten. Geboren wurde die Idee des LAC im November 2004 und bereits jetzt fand die konstituierende Sitzung statt. Zum Vorstand wählten die Mitglieder Professor Dr.-Ing. Jürgen Heinrich und Professor Dr. Wolfgang Schade, Geschäftsführer ist Dr. Jens Günster. Sie lobten die unbürokratische und innovationsfreundliche Unterstützung des Präsidiums der TU Clausthal. Die Hochschule hatte als Anschubfinanzierung 35.000 Euro zur Verfügung gestellt.

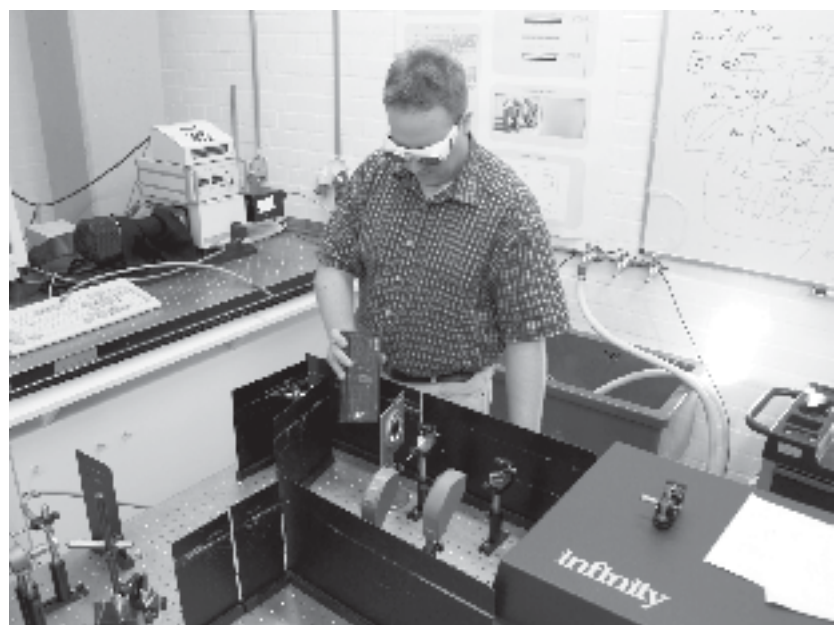
Im Sommer dieses Jahres konnte das LAC bereits Drittmittel in Höhe von etwa 700.000 Euro vorweisen. In den Projekten des LAC sind zurzeit fünf Mitarbeiter beschäftigt, die über eine bemerkenswerte Ausstattung im Wert von etwa 600.000 Euro verfügen können.

Die Hochschule schafft mit dem LAC eine Umgebung, aus der sich neue Unternehmen nicht nur gründen, sondern in der sie sich auch ansiedeln können und sollen. Der Technologietransfer erfolgt auf direktem Weg.

Die Kombination physikalischer und materialwissenschaftlicher Kompetenzen unterscheidet das LAC von anderen Laserzentren und macht es besonders attraktiv für Industriepartner. Materialwissenschaften, Lastertechnik und optische Technologien überschneiden sich in Projekten, in denen es um Lasersensoren aus neuer Keramik, um Sensoren zur Steuerung bei der Restmetallaufbereitung oder um Lasersensoren zur

Optimierung industrieller Verbrennungsmotoren geht. Im Projekt zur Reststoffaufbereitung der Metalle Zink, Kupfer und Messing arbeitet das LAC mit den Unternehmen Exner-Werth Recycling aus Langelsheim und Systektum aus Clausthal-Zellerfeld zusammen. In der Projektanlage analysiert der Lasersensor das Metallstück auf dem Transportband und gibt über eine Auswerteeinheit das Ergebnis an ein pneumatisches System weiter. Mit einem Luftstoß sortiert die Anlage das mit 1 m/s ankommende Metallstück in den vorgesehenen Behälter.

Technische Universität Clausthal
LaserAnwendungsCentrum
Arnold-Sommerfeld-Straße 6
38678 Clausthal-Zellerfeld
E-mail: lac@tu-clausthal.de
Ansprechpartner:
Dr. Jens Günster,
E-Mail: jens.guenster@tu-clausthal.de ,
Tel.: +49-5323-72-2612



Dipl.-Phys. Christian Bohling im LaserAnwendungsCentrum



API 4F: 4F-0044
API 5CT: 5CT-0372
API 6A: 6A-0373
API 7: 7-0221
API 8C: 8C-0033
API 16A: 16A-0073

www.bentec.com

Get it right the first time

benTEC
DRILLING & OILFIELD SYSTEMS

We are specialists for

- Design / Fabrication of Drilling & Workover Rigs
- API licensed Repair and Upgrade
- Mechanical Systems
- Electrical Systems
- Immediate Service - Worldwide
- Engineering and Support
- Logistics

Headquarters: Bentec GmbH Drilling & Oilfield Systems | Deilmannstrasse 1 | D-48455 Bad Bentheim
Contact: Phone: +49(0)5922-72-80 | Fax: +49(0)5922-72-270 | E-Mail: info@bentec.de

Neues Bohrdatenerfassungssystem für On- / und Offshore Bohranlagen

Im Rahmen zeitgemäßer Bohrdatenerfassung entwickelte die Bentec GmbH Drilling & Oilfield Systems mit Sitz in Bad Bentheim im Jahr 2004 ein Server-basiertes Drilling Instrumentation System (infoDRILL). Dieses System ersetzt die Standard analog Instrumentierung an On- / und Offshore-Bohranlagen und ist mittlerweile als "Upgrade" an existierenden Bohranlagen, aber auch standardmäßig in Bentec Bohranlagenneubauten in Ländern wie Afrika und Russland erfolgreich im Einsatz.

Die Vorteile des Systems liegen in seiner Flexibilität, im zeitgemäßen Design und nicht zuletzt im Preis. Das Erscheinungsbild der Visualisierung wurde so gewählt, dass der Benutzer das System intuitiv bedienen kann, was eine lange Gewöhnungs- und Einarbeitungsphase erspart. Die Drillerkabinen und damit der Arbeitsplatz werden deutlich ergonomischer durch eine Bedienung des Systems mittels Zeigerinstrument wie Joystick oder Maus. Durch den Wegfall der "alten" Drillerkonsole wird erheblicher Platz geschaffen, der u. a. den Blick auf die Arbeitsbühne verbessert.

Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass sowohl bestehende als auch neue Bohranlagen mit dem infoDRILL-System ausgerüstet werden können, die Anpassung erfolgt entsprechend der vorhandenen Bedingungen.

Integrierbare Produkte sind:

- Server-basiertes Visualisierungssystem mit zwei 19"-Monitoren für den EEx-Bereich
- A3-Drucker in Farbe für den Berichtsausdruck als Ersatz für den Drilling Recorder
- Feldsensorik mit SPS-Anbindung zum Einlesen der Daten
- Web-Server Funktionalität, zur Bereitstellung der Daten für externe Betrachter, z.B. Auftraggeber oder Toolpusher mittels Internet-Browser
- Busanbindung an verschiedene Feldbussysteme
- Bentec Kamera System incl. Anzeige und Bedienung
- Ferndiagnose und Wartung von Bad Bentheim

Hier ist durch die Bentec GmbH ein zukunftsweisendes Bohrdateninformationssystem entwickelt worden, welches sich innerhalb kürzester Zeit am Markt durchsetzen wird.

Maschinen sollen fühlen lernen

Mit TAI-CHI durchs Fernsehprogramm zappen

■ Den menschlichen Tastsinn auf Maschinen zu übertragen, ist das Ziel eines aktuellen Forschungsprojekts an der TU Clausthal im europäischen Verbund.

Es gibt fünf unterschiedliche menschliche Sinne und die dazugehörigen Reize. Das menschliche Gehirn kann den Ort und die Art der Berührung der Haut bestimmen. Das kann eine Maschine nicht ohne weiteres leisten. Der Frage, wie sich der menschliche Tastsinn auf Maschinen übertragen lässt, geht Wolfgang Rolshofen in seiner Forschungsarbeit an der TU Clausthal im Institut für Maschinenwesen nach. Es geht in dem EU-Forschungsprojekt „Tangible Acoustic Interfaces for Computer-Human Interaction (TAI-CHI)“ (übersetzt: Berührbare akustische Schnittstellen zwischen Computer und Mensch) um die Interaktion zwischen Mensch und Maschine, die ein akustischer Reiz auslösen kann. Gezielt erzeugte Schallwellen sollen Maschinen steuern. Die Einsatzmöglichkeiten für diese Technik sind vielfältig. Die Wissenschaftler des Projekts stellen sich vor, dass der Gast im Restaurant einfach auf den Tisch klopft, um eine Bestellung aufzugeben. Denkbar ist auch, den Türschlüssel zu ersetzen, indem bestimmte Bereiche der Türfläche in einer festgelegten Reihenfolge wie ein Code berührt werden oder vom Fensehsessel aus den Sender im Fernseher durch Klopfsignale zu wechseln.

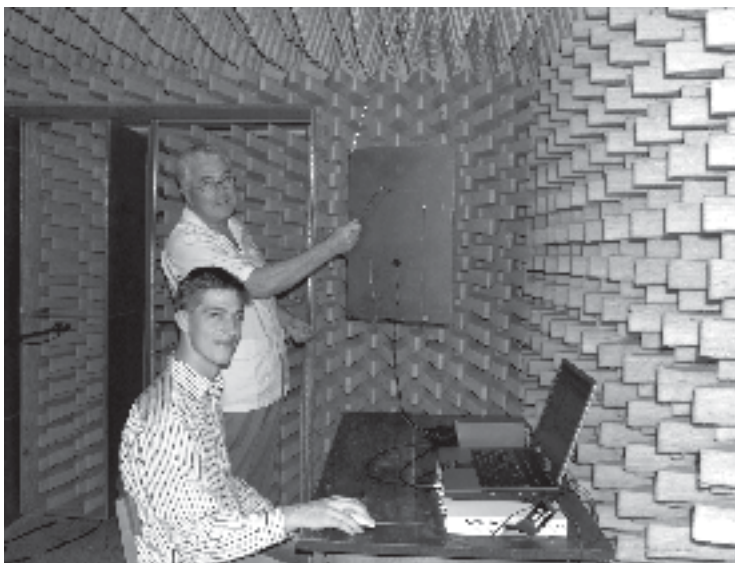
Neben Partnern aus Großbritannien, Frankreich, Italien und der Schweiz arbeiten an der TU Clausthal im Institut für Maschinenwesen Mitarbeiter daran, ein geeignetes Verfahren zu entwickeln, um die Klopfsignale örtlich zu bestimmen und so das Zusammenspiel zwischen Mensch und Maschine zu ermöglichen.

Die Grundlage für das Verfahren sind Schallwellen, die sich nach einer Berührung in einem Festkörper aus Stahl, Holz oder Glas ausbreiten. Beim Klopfen, Berühren oder Kratzen über solche Objekte wird eine Schallwelle erzeugt, die sich dann in Abhängigkeit der Materialparameter ausbreitet. Die Wissenschaftler des Forschungsprojekts arbeiten an einer Technik, um die Quelle oder den Ursprungsort und die Ausbreitung des akustischen Signals zurückzuverfolgen. Verwandt ist die Technologie mit dem Prinzip der Holographie,

das alltäglich auf EC- oder Kreditkarten bewundert werden kann. Im TAI-CHI-Projekt wird das Verfahren vom optischen auf den akustischen Bereich übertragen. Wellen lassen sich in Abhängigkeit ihrer Frequenz durch Amplitude und Phase beschreiben. Die Amplitude gibt die Stärke an und die Phase zeigt die Schwingung zu einem bestimmten Zeitpunkt an einem Ort. Mit diesen Informationen der akustischen Welle soll der Ort der Quelle angegeben werden.

Außerdem werden in dem TAI-CHI Projekt neben der akustischen Holographie weitere Verfahren untersucht und eingesetzt. Das sind unter anderem Laufzeitmessungen und Zeitumkehr der Signale. Für die Laufzeitmessung kann bei bekannter Ausbreitungsgeschwindigkeit der akustischen Welle im Festkörper durch die jeweilige Signallaufzeit zu den Sensoren der Abstand zur Quelle bestimmt werden. Nachteil dieses Verfahrens ist, dass eine ausgiebige Trainings- bzw. Kalibrierungsphase nötig ist, in der der Sensor lernt die Signale lokal einzuordnen. Mit nur einem Messsensor ist ein erfolgreiches Lokalisieren durch das Zeitumkehrverfahren möglich.

Im Rahmen des Projektes sind Prototypen entstanden, die hinsichtlich Genauigkeit der jeweiligen akustischen Signale weiter untersucht und verbessert werden, so dass das Zappen durch das Fernsehprogramm durch Klopfen auf den Tisch demnächst nicht mehr zur Science-Fiction gehört.



Dipl.-Geophys. Wolfgang Rolshofen und Prof. Peter Dietz im Akustiklabor

Neue Straßen braucht das Land

Experten der TU Clausthal entwickeln neue Richtlinien für den Einsatz von Geokunststoffen im Straßenbau

Geokunststoffe sollen die Grundlage für neue Straßen sein, die den dauerhaften Belastungen aus dem Verkehr sowie Witterungseinflüssen länger als bisher standhalten können.

Im Institut für Geotechnik und Markscheidewesen untersuchen Professor Norbert Meyer und seine Mitarbeiter sogenannte Geokunststoffe oder -textilien, die in die Asphaltdecke oder den Oberbau von Straßen eingearbeitet werden. Die sogenannten Asphalteinlagen in Gitter- und Mattenform erhöhen die Belastbarkeit konventioneller Baustoffe und bestehen aus Kunststoff oder Glasfaser. Die Vorsilbe „Geo“ macht deutlich, dass das Material in der Erde eingesetzt wird. „Mit solchen Einlagen hat man in den USA bereits 90 Millionen Quadratmeter und in Europa etwa 20 Millionen Quadratmeter Fahrbahn saniert und neu gebaut,“ so Professor Norbert Meyer. „In Deutschland wird die Methode bisher wenig genutzt. Wir haben jedoch in zahlreichen Kommunen bundesweit Teststrecken mit Geokunststoffen ausgestattet, um zu demonstrieren, welche Vorteile die Materialien bieten.“

Zum Einsatz kommen Vliese, Gitter und Kombinationsprodukte. Erfahrungen im Ausland zeigen, dass Straßen, die mit Geokunststoffen gebaut sind, eine deutlich höhere Lebensdauer aufweisen als herkömmlich asphaltierte.

Das Geheimnis liegt in einer deutlich gleichmäßigeren Verteilung der Kräfte aus den Straßenverkehrsbeanspruchungen und einer rissüberbrückenden Wirkung der Geokuststoffeinlagen.

Während die mattenartigen Einlagen direkt in den Schichtenverbund der Asphaltdecke eingelegt werden, stabilisieren sogenannte Geozellen die Schottertragschicht. Das relativ neue Produkt besteht aus 3-dimensionalen Zellen, die miteinander verbunden eine zusammenhängende, sehr stabile Wabenstruktur bilden. Die im Allgemeinen 10 bis 25 cm hohen Geozellen werden an ihrem Einsatzort aufgespannt, mit Boden verfüllt und verdichtet. Die Reibung des Bodens an den Seitenwänden, die Verzahnung der Bodenkörner und der seitliche Widerstand der angrenzenden Zellen lassen den Boden weniger leicht seitlich ausweichen und erhöhen die Tragfähigkeit etwa um das Zweifache.

Als bundesweit anerkannte Experten auf dem Gebiet entwickelt die Arbeitsgruppe um Professor Norbert Meyer die Richtlinien für die Qualität und den Einsatz solcher Materialien beim Neubau oder der Sanierung von Straßen.



Herstellung einer Teststraße in Langenhagen

Sie untersuchen an Teststraßen mögliche Anordnungen der Geokunststoffe in unterschiedlichen Schichten des Straßenaufbaus. Zudem interessiert die Wissenschaftler, wie sich die Verkehrsbeanspruchung der Geokuststoffeinlagen auf die Spannungsverteilung im Ober- und Unterbau der Straße auswirkt. Dazu wurden 120 „handliche“ 80-Kilogramm-Portionen eines kürzlich in Langenhagen angelegten Testfeldes mit verschiedenen mattenartigen Geokuststoffprodukten zur Untersuchung zur TU Clausthal gebracht. Dr. Axel Nernheim, Ansgar Emersleben und Martin Tatzl prüfen detailliert in Laborversuchen die Haltbarkeit und das Verbundverhalten der verschiedenen Materialkombinationen. Aus den Ergebnissen wollen sie die Lebensdauer der Straße prognostizieren. „Ein Teil der Ergebnisse könnte als Muster für neue Richtlinien des Straßenbaus dienen“, so Axel Nernheim.

Kontakt:
Professor Dr.-Ing. Norbert Meyer
TU Clausthal
Institut für Geotechnik und Markscheidewesen
Erzstraße 18
38678 Clausthal-Zellerfeld
Telefon: 05323 / 72-2295
E-Mail: norbert.meyer@tu-clausthal.de

Tragverhalten geokunststoffbewehrter Systeme

Interaktionsverhalten von Geokunststoffen im Bodenverbund

Von Axel Nernheim und Norbert Meyer

Zyklische Beanspruchungen von Bewehrungselementen

Die Zugbelastung der Geokunststoffe wird durch dauerhafte Einwirkungen wie das Eigengewicht des Bodenmaterials sowie der auflagernden Konstruktion, aber auch durch nicht-ständige Einwirkungskomponenten wie Verkehrsbelastungen, Belastungen aus Verdichtung sowie Maschinen, induziert (**Bild 1**). Entsprechend ihrer zeitlichen Lastverläufe ist eine Unterteilung zyklischer Einwirkungen in harmonische, periodische, transiente und impulsartige Lasten möglich. Typisch für Verkehrsbelastungen sind transiente Verläufe mit einer Nichtperiodizität und einer beliebigen Einwirkdauer. Messergebnisse zeigen, dass die zusätzlichen zyklischen Vertikalspannungskomponenten infolge Straßenverkehrsbelastungen gering sind (Herold, 2001), während der Eisenbahnverkehr in Abhängigkeit der Überfahrtgeschwindigkeit und des Oberbausystems zu erheblichen vertikalen Zusatzspannungen führt (**Bild 2**).

grund der größeren Gesamtsteifigkeit und lastverteilenden Wirkung des Systems eine höhere Tiefenwirkung der Festen Fahrbahn bei geringeren vertikalen Zusatzspannungen im Vergleich zum Oberbausystem Schotter (**Bild 2**). Höhere Fahrgeschwindigkeiten führen dabei zu deutlichen Erhöhungen der Zusatzbelastungen. Die Auswertung von Messungen ergibt untergrundrelevante Anregungsfrequenzen in einem Frequenzbereich bis 10 Hz.

Über die Auswirkung zyklisch-dynamischer Vertikalspannungen auf die Belastung des Bewehrungsmaterials liegen bisher nur eingeschränkte Erkenntnisse vor. Gartung et al. (1996) konnten im Bereich einer Eisenbahnausbaustrecke an einer in etwa zwei Meter Tiefe liegenden, instrumentierten Geogitterlage die Geogitterdehnungen quer zur Fahrtrichtung bei einer Zugüberfahrt aufzeichnen. Dabei lassen sich Dehnungsanregungen einzelner Achsen und Drehgestelle identifizieren. Die Auswirkungen zyklischer Eisenbahnbelastungen auf die Bewehrungsmaterialien lassen sich damit qualitativ nachweisen. Erkennt-

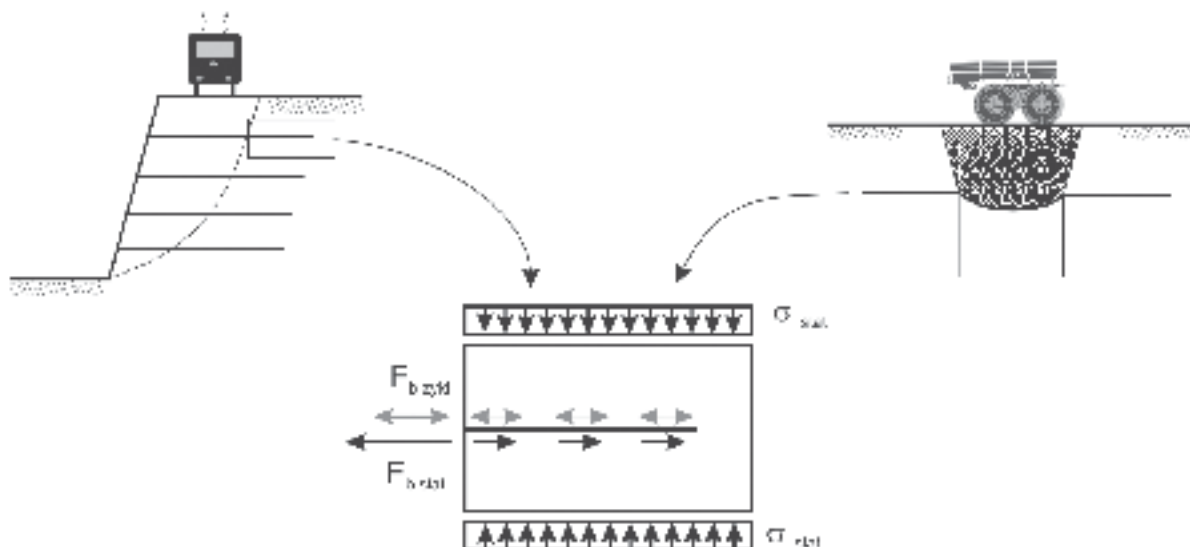


Bild 1: Zyklisch beanspruchte Verankerungsbereiche in einer bewehrten Stützkonstruktion und einer Erdsicherungsstruktur

Zusätzliche zyklische Druckspannungen infolge Eisenbahnverkehr sind von Gotschol (2002) zusammengestellt und ausgewertet worden. Dabei zeigt sich auf-

nisse aus Bild 2 lassen auf deutlich höhere Dehnungsbeanspruchungen im oberen Dammbereich und bei höheren Fahrgeschwindigkeiten schließen.

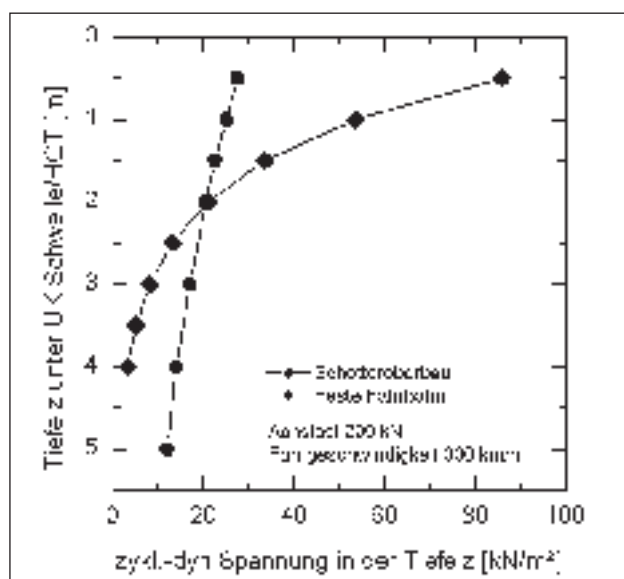


Bild 2: Zyklisch-dynamische Zusatzspannungen in Vertikalrichtung unter Schienenverkehrswegen

Versuchsmethodik

Für die Untersuchung des Verbundverhaltens zwischen Erdstoff und Bewehrungsmaterial unter zyklischer Belastung ist der Auszugsversuch sehr gut geeignet, da kein anderer Versuchstyp eine adäquate wirklichkeitsnahe Beanspruchung des Probenmaterials gewährleistet. Es können Daten über das Verschiebungs-, Dehnungs- und Lastabtragungsverhalten der Probe ermittelt werden, wobei die Variation einer Vielzahl potentieller Einflussparameter möglich ist.

Am Institut für Geotechnik und Markscheidewesen der TU Clausthal wurde ein großmaßstäblicher Pull-Out-Versuchsstand entwickelt und gebaut, der sich optimal zur Durchführung statischer und zyklischer Auszugsversuche eignet. Der Versuchsstand mit seinen Komponenten wird in Nernheim und Meyer (2003) eingehend beschrieben.

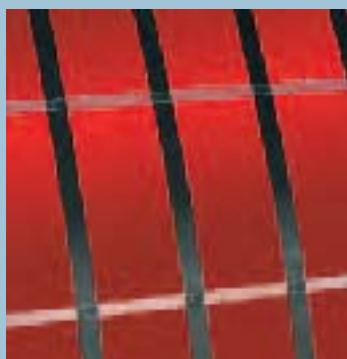
Der Auszugskasten besitzt innere Abmessungen von 1,50 m in der Länge und 0,60 m in der Höhe und Breite. Statische und zyklische Belastungen können in der horizontalen Achse (Achse des Probenmaterials) und in der vertikalen Achse aufgebracht werden (**Bild 3**).

COLBOND

GEOKUNSTSTOFFE



Enkagrid® TRC



Enkagrid® PRO



Enkagrid® MAX

Ob einaxial, biaxial oder mit Vliesstoff – mit Enkagrid® bauen Sie immer wirtschaftlich.

COLBOND

Colbond Geosynthetics GmbH

Glanzstoffstrasse 1

D-63784 Obernburg

Tel.: +49(0)6022-812020

Fax: +49(0)6022-812800

Mail: vertrieb.geosynthetics@colbond.com

www.colbond-geosynthetics.de

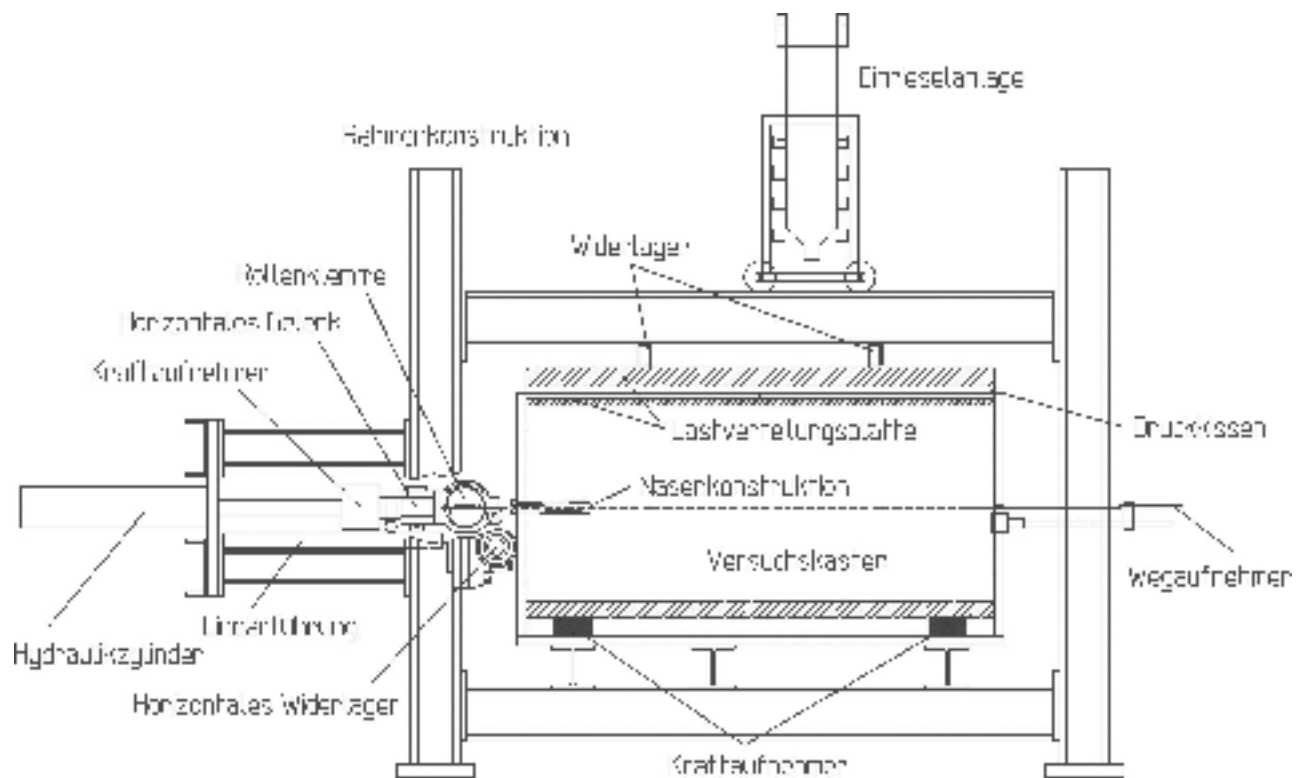


Bild 3: Systemskizze des für die Versuchsdurchführung verwendeten, großmaßstäblichen Versuchsstandes

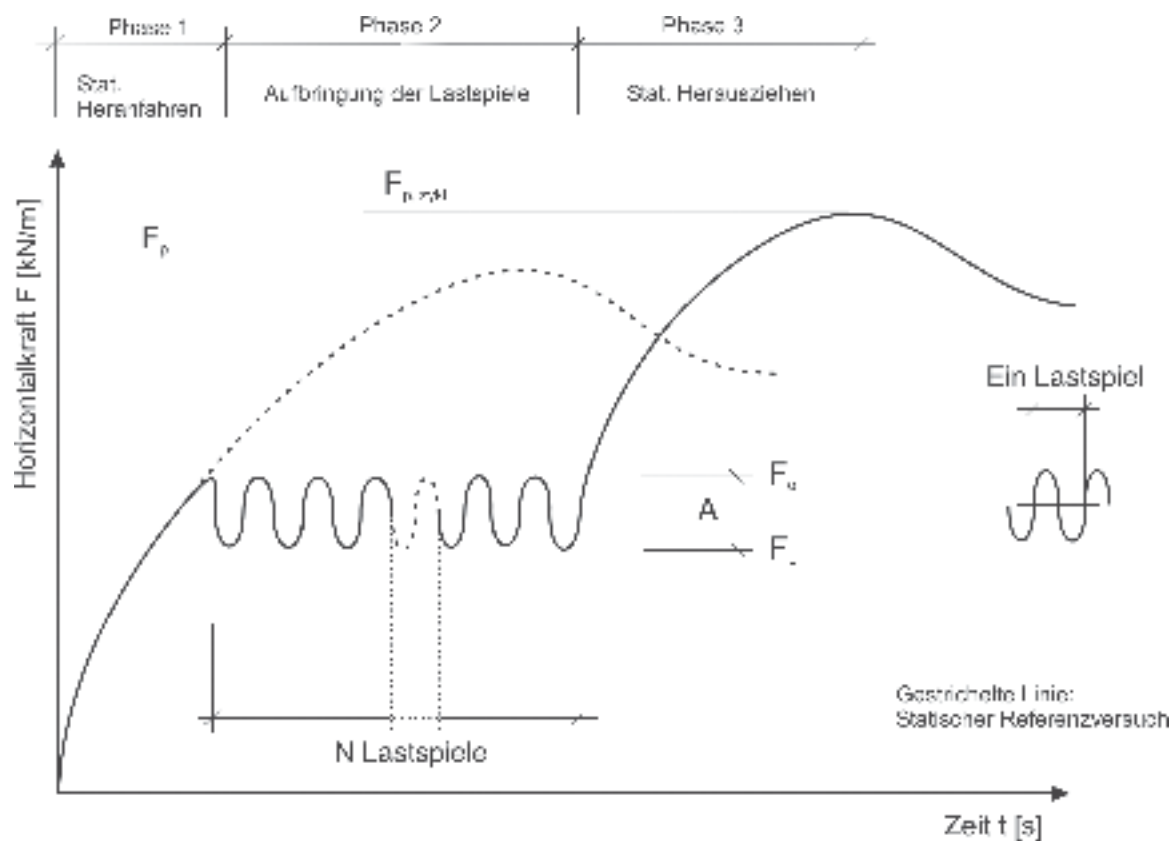


Bild 4: Schematischer Ablauf eines zyklischen Modellversuches mit dem statischen Referenzversuch zu Vergleichszwecken

Verformungen der eingebetteten Probe werden durch Stangenextensometer gemessen, die an mindestens fünf Messquerschnitten befestigt sind. Zu Referenzzwecken wird der Wegaufnehmer 1 (WA1) herangezogen, der bei allen untersuchten Materialkombinationen an derselben Position befestigt wird.

Die vorgestellten Untersuchungen wurden an einem Mittelsand mit einem Größtkorn von 4 mm und einer mitteldichten bis dichten Lagerung durchgeführt, wobei zunächst ein gewebtes Geogitter (Geogitter G1) und ein extrudiertes Geogitter (Geogitter G2) untersucht worden sind.

Statische Referenzversuche wurden entsprechend den Vorschriften der DIN EN 13738 durchgeführt, wobei die Verschiebungsentwicklung, die maximale Auszugskraft F_p und die Verschiebung s_p zum Zeitpunkt des Erreichens von F_p aufgezeichnet werden. Der Einbau **zyklischer Modellversuche** erfolgt eben-

Experimenteller Teil

Die Lastabtragungs- und Verschiebungskapazität statischer Modellversuche wird im Wesentlichen durch Faktoren aus den Bereichen der Versuchstechnik, des Erdstoffes und des Bewehrungsmaterials beeinflusst. In den Untersuchungen zeigte sich, dass die Korngrößenverteilung des Erdstoffes einen entscheidenden Einfluss auf die maximale Auszugskraft des Probenmaterials besitzt. Dies ist vor allem auf die Mechanismen zurückzuführen, über die Kraft vom Bewehrungsmaterial in den umgebenden Erdstoff übergeleitet werden kann. Bei Gittermaterialien erfolgt diese Übertragung über Reibungskomponenten und vor allem durch Erdwiderstand bzw. Verzahnungseffekte vor den Querstreben der Gitter, so dass Geometrie- und Parameter des Bewehrungsmaterials in Verbindung mit der Korngrößenverteilung des Erdstoffes deutlichen Einfluss auf die Lastabtragung ausüben.

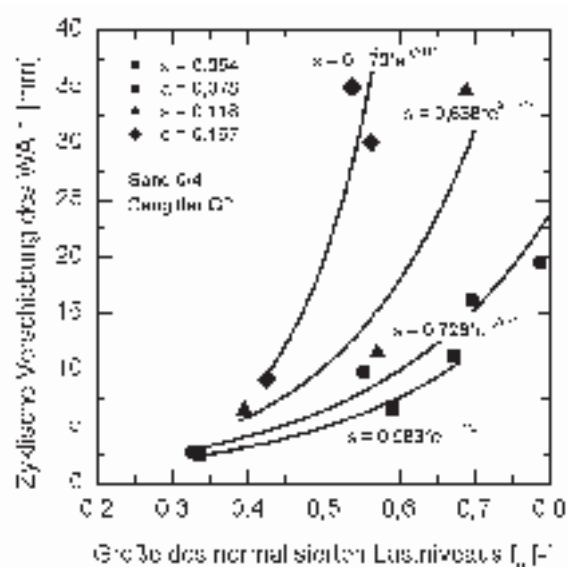
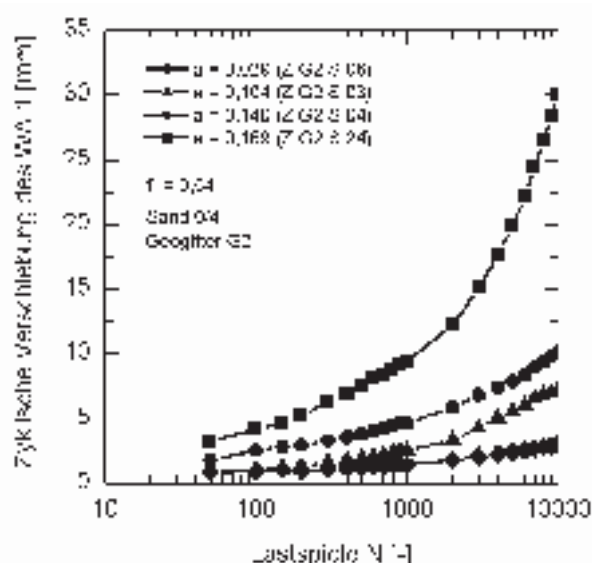


Bild 5: Verschiebungsentwicklung bei konstantem Lastniveau und variabler Amplitude

falls entsprechend DIN EN 13738. Im Anschluss werden statische Vertikalspannungen über pneumatische Druckkissen auf die Konstruktion aufgebracht. Der Versuchsablauf des zyklischen Modellversuches gliedert sich in drei Phasen (**Bild 4**): Zunächst wird das Probenmaterial weggesteuert in horizontaler Richtung belastet, bis die Horizontalkraft eine Größenordnung von F_o erreicht (Phase 1). Anschließend erfolgt die Aufbringung von Lastspielen mit einer Oberlast von F_o und einem Unterlastniveau von F_u (Versuchsphase 2). Im statischen Anschlussherausziehen (Phase 3) wird die maximale Auszugskraft nach Aufbringung der Lastspiele $F_{p,zykl}$ aufgezeichnet.

Zusätzlich zu den bereits beschriebenen Parametern wird die Interaktion zwischen Erdstoff und Bewehrungsmaterial von folgenden Einflussgrößen bestimmt:

- Oberlastniveau F_o
- Größe der Amplitude $A = F_o - F_u$
- Frequenz der Lastaufbringung
- Anzahl der aufgebrachten Lastspiele.

Im Rahmen der Untersuchungen zeigte sich, dass der Einfluss der Frequenz nur von marginaler Bedeutung ist. Dies deckt sich mit den Aussagen von Raju und Fannin (1997).

In **Bild 5** sind zyklische Modellversuche mit konstantem Oberlastniveau und variabler Amplitude zusammengefasst worden, während **Bild 6** die Verschiebungsentwicklung bei konstanter Amplitude und variablem Oberlastniveau zeigt. Es wird ausschließlich die Versuchsphase 2 dargestellt. Alle Kräfte werden auf die maximale Auszugskraft im statischen Referenzversuch F_p bezogen.

Es zeigt sich, dass bei jeder Lastspielzahl sowohl mit zunehmendem Lastniveau als auch mit zunehmender Amplitudengröße eine exponentielle Vergrößerung der Verschiebung zu beobachten ist. Bei den untersuchten Gittermaterialien kommt es nicht zu einem plötzlichen Versagen des Geokunststoffes innerhalb weniger Lastspiele, sondern zu einer progressiven Verformungszunahme während einer großen Anzahl von Lastspielen.

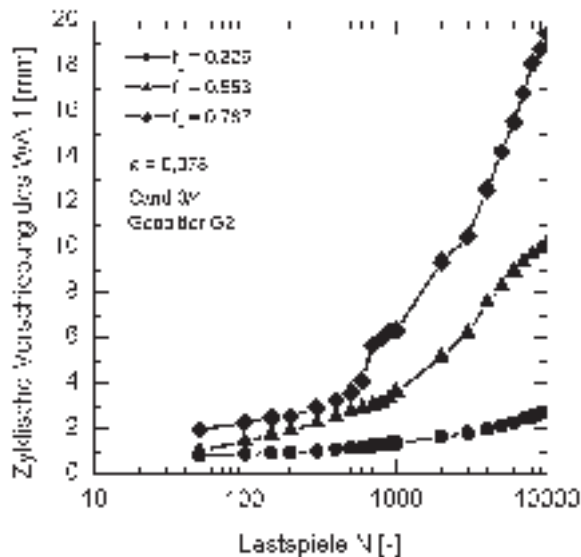


Bild 6: Verschiebungsentwicklung bei konstanter Amplitude und variablem Lastniveau

Es zeigt sich, dass die zyklischen Verschiebungen überlinear mit steigender Amplitude und steigendem Oberlastniveau zunehmen. Diese beiden Parameter können daher als Kernparameter der zyklischen Verformungsentwicklung bezeichnet werden. Exponentielle Ausgleichsfunktionen bilden eine entsprechende Verschiebungszunahme in guter Näherung ab.

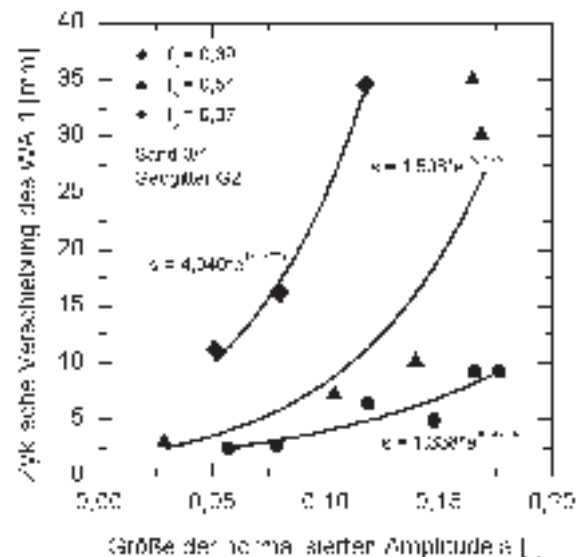
Auswertung der Ergebnisse

In der im vorigen Abschnitt beschriebenen Darstellung ist die exponentielle Funktion nicht allgemeingültig, sondern verändert sich mit dem Oberlastniveau und der Amplitude. Ziel ist es jedoch, eine stufenlose analytische Beschreibung von s_{zykl} in Abhängigkeit von beiden Parametern zu ermitteln.

Mit der Durchführung einer multiplen Regressionsanalyse, in deren Verlauf eine Vielzahl unterschiedlicher Ansatzfunktionen untersucht worden sind, wird für die vorhandenen Datensätze einer Materialkombination eine allgemeingültige Beziehung zur Ermittlung zyklischer Verformungen der in Gleichung (1) vorgestellten Form ermittelt.

$$s_{\text{zykl}} = \beta_1 \cdot e^{\beta_2 \cdot f_o + \beta_3 \cdot a + m} \quad (1)$$

mit: $a = A/F_p$
 $\beta_i =$ Zyklische Regressionskonstanten
 $m =$ Von der Materialkombination abhängiger Zusatzterm



In **Bild 7** wird exemplarisch ein Gitternetz in Abhängigkeit des Oberlastniveaus und der Amplitude visualisiert. Vorhandene Versuchsergebnisse werden als Datenpunkte in diese Darstellung integriert, so dass ein direkter Vergleich prognostizierter und gemessener Werte ermöglicht wird. In dieser Darstellung wird anschaulich verdeutlicht, dass geringe Veränderungen der Eingangsparameter bei hohen Ausnutzungsgraden zu erheblichen Zunahmen der Verschiebungen führen, während sie bei geringeren Ausnutzungsgraden vom System leicht verkraftet werden können. Von besonderer Bedeutung ist daher eine möglichst exakte Lokalisierung und Beschreibung des Übergangsbereiches zu hohen Ausnutzungsgraden.

Eine Ermittlung der Gesamtverschiebungen nach n Lastspielen ist durch eine Kombination der Ver-

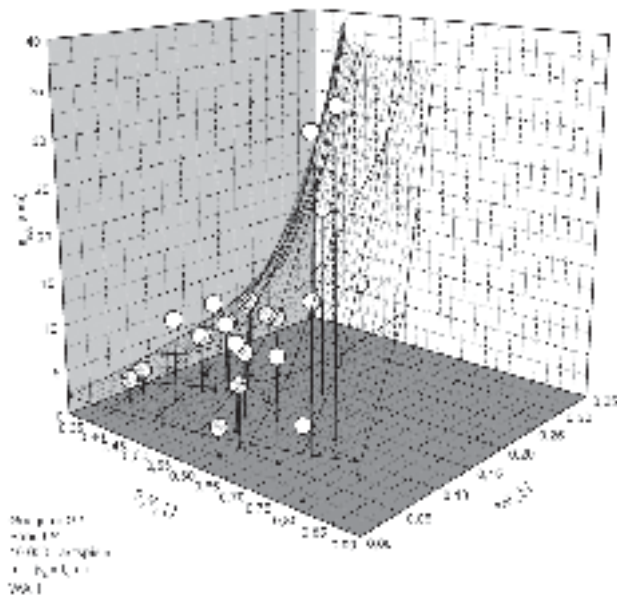


Bild 7: Darstellung der zyklischen Verschiebungen der Versuchsphase 2 in Abhängigkeit des Lastniveaus und der Amplitude

schiebungen s_{start} und s_{zykl} aus den Versuchsphasen 1 und 2 möglich. Es ergibt sich dabei eine Abhängigkeit der Gesamtverschiebungen vom Oberlastniveau und der Amplitude sowie von statischen Einflussparametern. Nähere Informationen zur Vorgehensweise sind Nernheim und Meyer (2005) zu entnehmen.

Das vorgestellte Verfahren ermöglicht die Konstruktion von Verschiebungsnomogrammen beliebiger Gesamtverschiebungen für vorgegebene statische Eingangsparameter sowie zyklische Ansatzfunktionen. Dazu wird für ein beliebiges Oberlastniveau zunächst die in der Versuchsphase 1 erwartete Verschiebung berechnet. Aus dem verbleibenden Verschiebungsbetrag wird die maximal aufbringbare Amplitude errechnet, so dass die ermittelte Kombination zyklischer Einflussparameter genau die gewünschte Gesamtverschiebung erzeugt (**Bild 8**).

NAUE

www.naue.com

Willkommen in der Welt der Geokunststoffe!

Die Experten mit Geokunststoff Know-how!

NAUE GmbH & Co. KG
 Gewerbestraße 2
 32339 Espelkamp-Fiestel
 Telefon 05743 41-0
 Telefax 05743 41-240
 E-Mail info@naue.com
 Internet www.naue.com
www.bentofix.com
www.secugrid.com

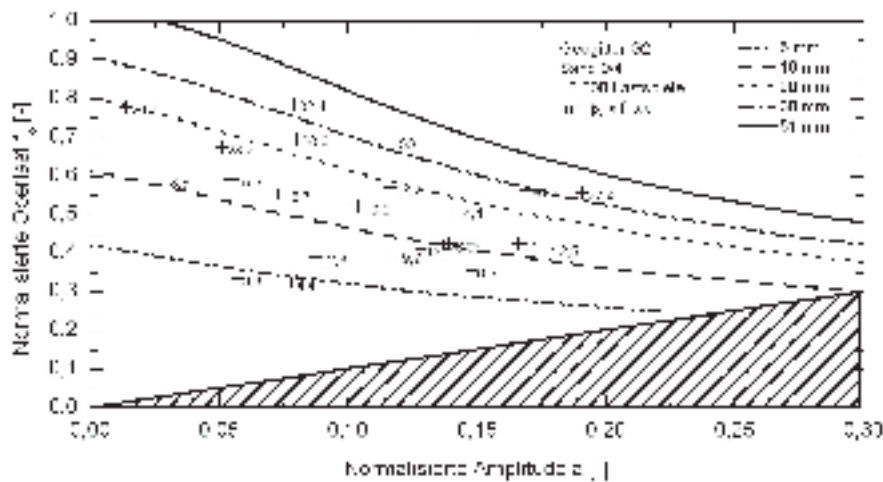


Bild 8: Verlauf der berechneten Gesamtverschiebung bei 10.000 Lastspielen im Vergleich mit Versuchsergebnissen

Der Vorschlag eines modifizierten Versagenskriteriums basiert auf den maximalen Gesamtverschiebungen im zyklischen Modellversuch, die nicht einem festen Absolutwert entsprechen, sondern in Anlehnung an die Peakverschiebung s_p des statischen Referenzversuchs festgelegt werden (Bild 4). Die Sensibilität des Systems in Hinblick auf die Verschiebungsentwicklung erfolgt durch die Definition dieses variablen Kriteriums in Abhängigkeit von statischen Eingangsparametern wie Geokunststoff, Erdstoff und Auflast.

durchgeführt werden kann. Das vorgestellte Versagenskriterium wird durch statistische Auswertungen der ausgeführten Modellversuche untermauert.

Vorschlag einer Bemessungsmethodik

Die Anwendung des Versagenskriteriums (voriger Abschnitt) definiert für jeden Versuch bei jeder beliebigen Lastspielzahl einen stabilen oder instabilen

$$s_{\text{start}} + s_{\text{zykl}} > s_p \quad (2)$$

Ein stabiles Materialverhalten liegt vor, wenn für die aufgebrauchte Lastspielzahl an der entsprechenden Messstelle im Vergleich zum statischen Referenzversuch folgende Aussage erfüllt wird (Bild 9):

$$s_{\text{start}} + s_{\text{zykl}} < s_p \quad (3)$$

Es ist zu beachten, dass im Regelfall bei instabilen Verhaltensmustern aufgrund der großen Verschiebungen kein statisches Anschlussherausziehen der Versuchsphase 3

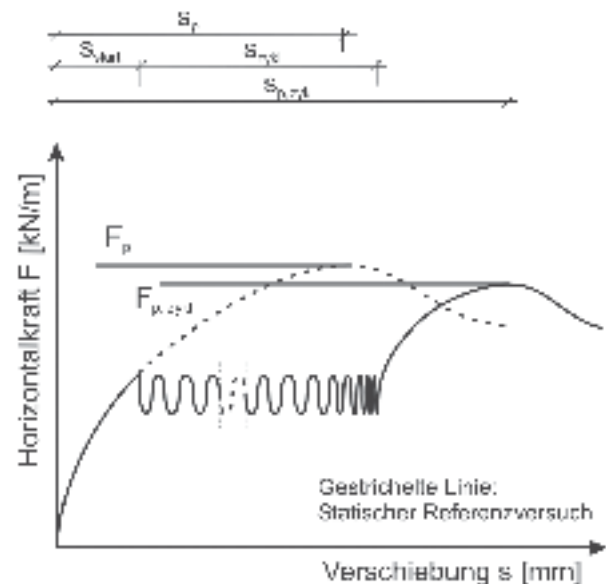
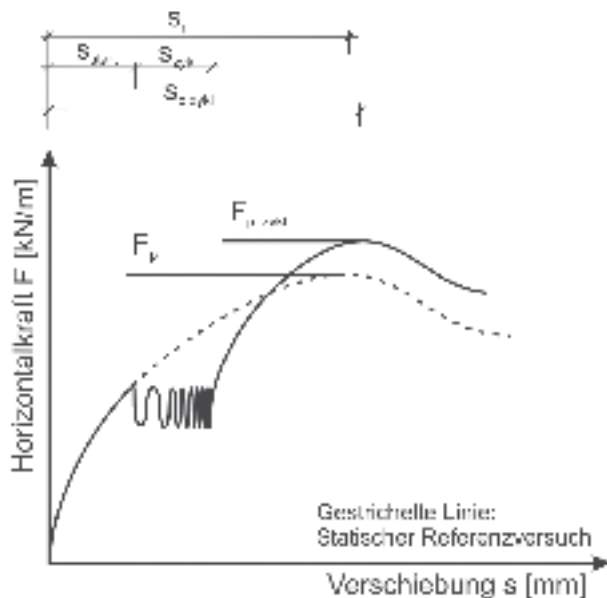


Bild 9: Vorstellung eines stabilen Verhaltens (links) und eines instabilen Verhaltens (rechts)

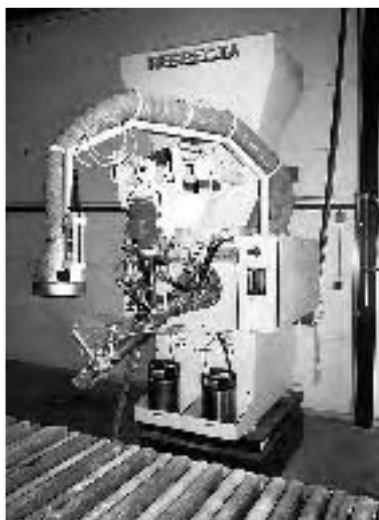
Ein Versagen liegt demnach vor, wenn für die aufgebrauchte Lastspielzahl an der entsprechenden Messstelle im Vergleich zum statischen Referenzversuch folgende Aussage erfüllt wird (Bild 9):

Zustand des Verbundsystems. Für 10.000 Lastspiele zeigt Bild 10 das entsprechende Materialverhalten für beliebige Gittermaterialien in Sand 0/4 und Kies 2/12: In einem großen Bereich geringer Amplituden und



Über 30 Jahre Kunden-Nutzen.
Weltweit.

Mehrkomponenten- Dosier- und Mischanlagen



Ganzheitliche Technologiekonzepte
für konstant höchste Produkt-Qualität durch
kontinuierliche Aufbereitung

Führende Unternehmen entwickeln ihre Vorstellungen
mit uns. RESPECTA® liefert Aufbereitungstechnologien
für Produkte aus Polymerbeton, Mineralguss,
Solid Surface und Engineered stone.
Mit unserer automatisierten Technologie lassen
sich alle denkbaren Füllstoffe – von Quarzmehl bis
Recyclate – mit diversen Bindemitteln und Farbstoffen
zu reproduzierbaren Formteilen verarbeiten.

Intelligente Technologien für wirtschaftliche Lösungen
Dosieren · Mischen · Kneten · Evakuieren · Regeln

RESPECTA Maschinenbau GmbH · Robert-Bosch-Str. 16 – 18 · 42489 Wülfrath (Germany)
Telefon: +49 (0) 20 58 / 20 47 · Fax: +49 (0) 20 58 / 24 92 · E-Mail: info@respecta.com · www.respecta.com

Ganzheitliche Technologiekonzepte zur kontinuierlichen Herstellung von Produkten / Fertigteilen aus Polymerbeton

Polymerbeton - aus der Gruppe der Duroplaste -

in vielen Fällen eine technische und wirtschaftliche Alternative zu Beton

Schnelle Aushärtung - frostunempfindlich - wasserdicht - chemikalienbeständig - wirtschaftlich

z. B. Industrieprodukte: Abflussrinnen für Wasser oder chemische Industrie (säurefest), Abwasserrohre, -schächte (auch mit Innenbeschichtung), Bahnschwellen, Bodenbeschichtungen, Brückenbeschichtungen, Chemieanlagenbau, Drainageplatten, Eisenbahnschwellen, Fundamente für Maschinen, Grenzmarkierungssteine, Kabelschächte, Keramikguss, Mülltonnenschränke, Pflastersteine, Randsteine, Schallschutzwände, Schwimmbecken, Tunnelauskleidungen, Tunnelschächte, Vortriebsrohre, Wandelemente, Wellenbrecher u. v. m.

z. B. Dekorations- und Freizeitprodukte: Bodenfliesen, Fassadenplatten, Gartendekoration, Grabmale, Pflanzkübel, Pflastersteine, u. v. m.

mit Sekundärrohstoffen (Recyclate) als Füllstoff: Wiederverwendung von Produktionsabfall und -ausschuss, Altglas, Altreifengranulat, Aschen und Schlacken, Automobilreststoffe (nicht metallisch), Elektro-/Computerschrott, Klärschlämme, Naturmarmor-/Granitbruch.

Polymerbeton ist kein Ersatzstoff für Beton, sondern eine technische und wirtschaftliche Alternative. Ausschlaggebend für die Qualität eines Endproduktes sind immer das richtige Mengenverhältnis der einzelnen Komponenten zueinander sowie die homogene Vermischung derselben.

Anstelle des beim Beton verwendeten Zements kommt als Bindemittel beim Polymerbeton ein Reaktionsharz in Verbindung mit Härter und Beschleuniger zur Anwendung. Die Harz-/Füllstoffmischung wird durch einen Härter und Beschleuniger (auch bei ganz normalen Raumtemperaturen) in einen festen und untrennbaren Zustand überführt und durch Vibration verdichtet.

Die erreichbaren Festigkeitswerte sind sehr hoch. Der Vorteil der höheren Festigkeit gegenüber Zementbeton wird bei der Herstellung von Teilen aus Polymerbeton in vielen Fällen derart genutzt, dass die Wandstärke der Teile auf die Hälfte bzw. sogar bis auf ein Drittel reduziert werden kann. Aufgrund der hohen Eigenfestigkeit von Polymerbeton ist eine Armierung in vielen Fällen nicht erforderlich.

Als Füllstoffe können eingesetzt werden:

Sande und Mehle aus Quarz, Granit, Basalt, Zement, SiC, Kalk, Dolomit, Calciumcarbonat, Gips, Aluminiumtrihydrat (ATH), Marmor, Synthetische Granitchips; Recyclate wie Altglas, Altreifengranulat, Aschen und Schlacken, Elektro- und Computerschrott, Klärschlämme u. a.

Mögliche Bindemittel sind:

Kunstharze wie z. B. ungesättigte Polyester, PMMA, Epoxide, PUR, Phenole, Furane, aber auch Wasser, Emulsionen etc.

Mehr Information unter: www.respecta.com



Vortriebsrohre

geringer Oberlasten ist ein stabiler Bereich zu beobachten. Bei Steigerung dieser Einflussparameter kommt es zu einem Übergang in ein instabiles Verhalten. Aufgrund unterschiedlicher Versuchsmaterialien und Streuungen der Versuchsergebnisse ist dieser Bereich als „Übergangsband“ zwischen stabilem und instabilem Materialverhalten zu beschreiben. Es zeigt sich, dass durch die Normalisierung auf die statische Auszugskraft F_p Versuche unterschiedlicher Erdstoffe trotz variierender Kernparameter s_p und F_p vergleichbare Ergebnisse liefern. Bei höheren Amplituden gibt es hingegen Differenzen des Verhaltens zwischen verschiedenen Gittermaterialien im Sand 0/4.

Unter Zuhilfenahme der Versagensbeziehung ist es möglich, ein tiefenlagenabhängiges analytisches Verfahren zu entwickeln, mit dem eine optimale Einbindelänge l_{opt} ermittelt werden kann, bei der es unter den vorgegebenen zyklischen Beanspruchungen zu keiner Beeinträchtigung der Verbundwirkung zwischen Geokunststoff und Erdstoff gegenüber der statischen Beanspruchung kommt. Diese Methodik kann als „Betriebsfestigkeitsnachweis“ bezeichnet werden. Es ist für jede Tiefenlage zu überprüfen, ob die Verankerungslänge aus dem klassischen statischen Nachweis oder aus dem Betriebsfestigkeitsnachweis maßgebend wird. Für verschiedene Auflast- und Interaktionsbedingungen ist es möglich, aus den analytischen Beziehungen Nomogramme zu entwickeln, die als Eingangsparameter die zyklische Beanspruchung erfordern und als Ausgabeparameter die optimale Einbindelänge ergeben.

Exemplarisch wird eine Nomogrammanwendung in **Bild 11** vorgestellt: Für eine vorgegebene Auflast σ und eine Referenzeinbindelänge $l_{100\%}$ wird die maximale statische Auszugskraft $F_{p,100\%}$ ermittelt. Durch Bezug der bekannten zyklischen Beanspruchungsparameter Oberlastniveau F_o und Amplitude A auf $F_{p,100\%}$ werden die Eingangsparameter für das Nomogramm entwickelt. Dem Schaubild kann die erforderliche optimale Einbindelänge in Prozent der Referenzeinbindelänge entnommen werden.

Das vorgestellte Verfahren erfordert eine detaillierte Kenntnis der zyklischen Zusatzbeanspruchungen in den Geokunststofflagen. Die Datendichte in diesem

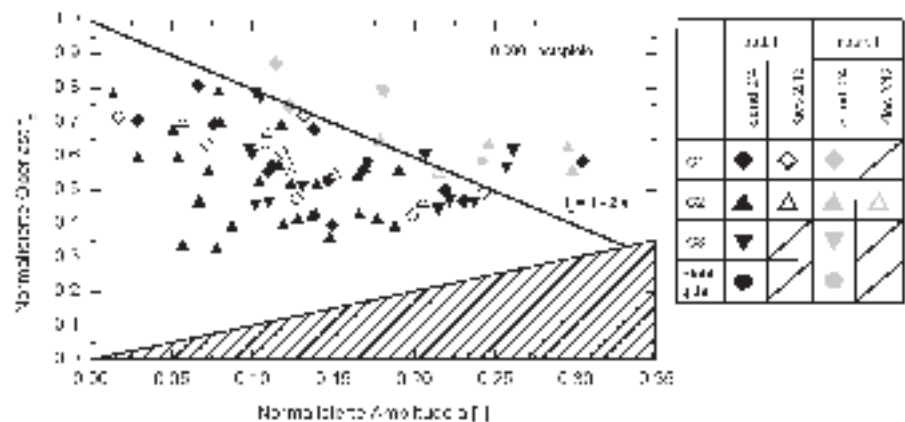


Bild 10: Auswertung des Versagensverhaltens bei unterschiedlichen Erdstoffen bei 10.000 Lastspielen

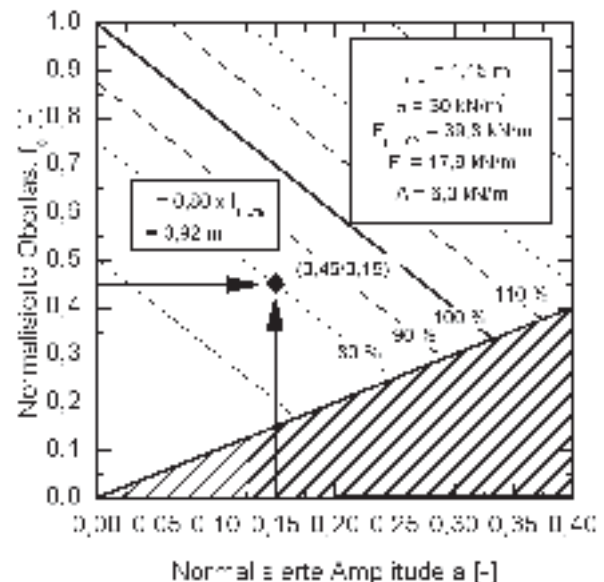


Bild 11: Anwendungsbeispiel für das Nomogrammverfahren

Bereich ist zur Zeit noch gering, so dass hier mit vereinfachten Modellen wie einer Erddruckermittlung der zyklischen Komponenten gerechnet werden muss.

Zusammenfassung

Im vorliegenden Beitrag wird ein Überblick über das Auftreten zyklischer Beanspruchungen auf geokunststoffbewehrte Konstruktionen gegeben. Mittels einer vorgestellten Versuchsmethodik ist es möglich, Verformungsabschätzungen im Bereich der Verankerungslänge in Abhängigkeit zyklischer Einwirkungsparameter wie Amplitude und Oberlastniveau durchzuführen. Die Definition eines Versagenskriteriums ermöglicht eine Unterteilung in ein stabiles und

instabiles Verbundverhalten. Durch die Kenntnis dieser Versagensbeziehung ist die Berechnung einer optimalen Einbindelänge unter zyklischer Beanspruchung mittels eines analytischen oder eines Nomo-grammverfahrens möglich.

Die vorliegende Thematik ist in der Schriftenreihe des Institutes für Geotechnik und Markscheidewesen, Heft 11/2005, veröffentlicht worden.

Literatur

DIN EN 13738 (Entwurf), Ausgabe Februar 2000: Bestimmung des Widerstandes gegen Auszug aus dem Boden. Hrsg.: DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

Gotschol, A. (2002): Veränderlich elastisches und plastisches Verhalten nichtbindiger Böden und Schotter unter zyklisch-dynamischer Belastung. In: Schriftenreihe Geotechnik, Universität Gh Kassel, Heft 12, 2002.

Herold, A. (2001): Das erste Straßenbrückenwiderlager in Deutschland als Permanentkonstruktion in der Bauweise KBE-Kunststoffbewehrte Erde. In: Tagungsband zur 7. Informations- und Vortragsagung „Kunststoffe in der Geotechnik“, März 2001 in München, S. 113 - 119.

Nernheim, A. (2005): Interaktionsverhalten von Geokunststoff und Boden unter statischen und zyklischen Beanspruchungen. Dissertation an der Technischen Universität Clausthal, Schriftenreihe des Institutes für Geotechnik und Markscheidewesen, Heft 11, ISBN 3-938924-02-0.

Nernheim, A.; Meyer, N. (2005): Verformungsverhalten von Geokunststoffen unter zyklischer Belastung im Bodenverbund. In: 9. Informations- und Vortragsagung über „Geokunststoffe in der Geotechnik“, München, Sonderheft der Geotechnik, S. 265 - 270.

Nernheim, A., Meyer, N. (2003): Verbundverhalten von Geokunststoff und Boden unter nicht-runder Belastung – Vorstellung eines Pull-Out-Gerätes, In: 8. Informations- und Vortragsagung über „Geokunststoffe in der Geotechnik“, München, Sonderheft der Geotechnik, S. 69 - 73.

Raju, D.M.; Fannin, R.J. (1997): Monotonic and cyclic pull-out resistance of geogrids. In: Geotechnique 47, No. 2, S. 331 - 337.

Prof. Dr.-Ing. Norbert Meyer

Dr.-Ing. Axel Nernheim

Institut für Geotechnik und Markscheidewesen

Erzstraße 18

38678 Clausthal-Zellerfeld

Tel.: 05323/72-2295 (Meyer)

05323/72-3513 (Nernheim)

Fax: 05323/72-2479

E-Mail: norbert.meyer@tu-clausthal.de

axel.nernheim@tu-clausthal.de

Ökologisch, flexibel,
wirtschaftlich:

Bauen mit Geosynthetics!

- Abdichten
- Bewehren
- Dränen
- Filtern
- Schützen
- Stabilisieren
- Trennen
- Verpacken



Projekt: Isertal

Die bis zu 25 m hohe Stützwand im KBC-Deponiekörper (Kunststoffbewehrte Erde) ist einzigartig in Deutschland.



Als Hersteller von Geosynthetics mit jahrzehntelanger Erfahrung bieten wir Ihnen überzeugende technische Lösungen – wirtschaftlich, sicher, fortschrittlich.

Geosynthetics made by HUESKER – aus Erfahrung zuverlässig!

Geosynthetics für den

- Erd- und Grundbau
- Deponiebau
- Wasserbau
- Verkehrswegebau

Beratung, Planung,
Umsetzung – weltweit.

HUESKER Synthetic GmbH

Postfach 1262 • D-48705 Gescher

Telefon: (0 25 42) 7 01-0

Telefax: (0 25 42) 7 01-499

E-mail: Info@huesker.de

Bauen mit Geosynthetics

HUESKER

Besuchen Sie uns im Internet:

www.huesker.com

Monolithische Polymer/Träger-Materialien: Vielseitige Composite für die organisch-chemische Synthese

Von Ulrich Kunz und Andreas Kirschning

Polymere sind als feste Trägermaterialien in der organisch-chemischen Synthese schon lange bekannt; in den letzten Jahren ist eine steigende Verwendung in der festphasenunterstützten Synthese in Lösung zu verzeichnen [DÖRWALD 2000; OLBRECHT, VILLALGORDO 1998; TERRETT 1998; GUYOT 1988; IWASAWA 1986; KIRSCHNING et al. 2001]. Gründe für die Verwendung von Polymeren als Träger von Reaktanden oder Katalysatoren sind die leichte Modifizierbarkeit der Polymere, welches in maßgeschneiderten Materialien für unterschiedlichste Anwendungen resultiert. Hinzu kommt, dass viele chemische Reaktionen in der organischen Chemie bei gemäßigten Temperaturen durchgeführt werden können, bei denen Polymere noch thermisch stabil sind. Prinzipiell sind zwei Arten von funktionalisierten Polymeren zu unterscheiden: Sie können entweder mit Reaktanden beladen werden oder zur Verankerung von Katalysatoren dienen. Im ersten Fall dient das Polymer mit dem gebundenen Reaktanden als Reservoir für einen Reaktionspartner. Während der chemischen Reaktion wird dieser verbraucht, wobei andererseits Nebenprodukte an den frei werdenden aktiven Stellen gebunden werden können. Dies führt zu einer Kombination der chemischen Synthese mit gleichzeitiger Reinigung. Nach der erfolgten Umsetzung kann das Polymer zunächst gereinigt und dann wieder mit neuem Reaktanden beladen werden.

Das Einbringen von katalytisch aktiven Gruppen kann schon mit relativ einfachen Mitteln erreicht werden, z.B. durch eine Sulfonierung. Dadurch entstehen feste Säuren, die heute beispielsweise als Katalysatoren für die Erzeugung von Vergaserkraftstoffkomponenten zur Steigerung der Oktanzahl oder für die Wasseranlagerung an Olefine zur Erzeugung einfacher Alkohole im breiten Umfang zum Einsatz kommen [KUNZ, HOFFMANN 2002].

Aus Sicht eines Chemikers sind Polymere ideale Trägermaterialien, aus Sicht eines Verfahrenstechnikers nicht unbedingt. Einerseits sind sie leicht und definiert in den Eigenschaften zu modifizieren, andererseits sind sie anfällig gegen mechanische Belastungen zum Beispiel durch Quellungskräfte, wie sie beim chemischen Einsatz auftreten. Dabei ändern sie ihre

mechanischen Abmessungen teilweise beträchtlich, was konstruktiv nur wenige Möglichkeiten zulässt. Meist erfolgt der Einsatz als feinteilige Kügelchen mit Abmessungen im Millimeterbereich, was zu erheblichen Druckverlusten in Festbetten führen kann.

Um einige dieser Nachteile zu vermeiden und gleichzeitig die Vorteile von Polymeren für die organisch-chemische Synthese zu erhalten, haben wir ein Verbundmaterial entwickelt, welches aus einem porösen anorganischen Trägermaterial besteht, in dessen Porenraum feinteilige Polymere eingelagert werden. Dieses Konzept hat den Vorteil, dass die gut bekannten verfahrenstechnischen Vorzüge monolithischer Reaktoren nun auch für die Erzeugung von Spezialitäten und Feinchemikalien zur Verfügung stehen [CYBULSKI, MOULIJN 1998].

Experimentelles

Herstellung der Polymer/Träger-Verbundmaterialien

Die Beschreibung der Herstellung soll hier nur kurz erfolgen, Details sind der Literatur zu entnehmen [KIRSCHNING et al. 2001]. Als Trägermaterialien kommen poröse Gläser mit Porendurchmessern von ca. 50 bis 300 Mikrometern zum Einsatz. Durch eine Fällungspolymerisation im Porenraum dieser monolithischen Träger, ausgehend von einer homogenen Lösung der Monomeren in einem Lösemittel, wird eine zweite feste Phase bestehend aus dem Polymer gebildet. Durch die Polymerisationsparameter wird die Polymerisation so geführt, dass sich ca. 1 bis 10 µm große Teilchen bilden, die an den Berührungspunkten durch Polymerbrücken verbunden sind. Dadurch entsteht sozusagen ein zweiter Monolith, der den des Trägermaterials durchdringt. Auf Grund der sich ausbildenden lockeren Morphologie sind solche Verbundmaterialien leicht konvektiv zu durchströmen. Nach entsprechender Funktionalisierung (z.B. Sulfonierung, siehe oben) lassen sich solche Materialien in Gestalt von monolithischen Stäben als Durchflussreaktoren verwenden. Hierbei kann sogar eine gleichzeitige Stofftrennung durch Chromatographie erfolgen

[KUNZ et al. 2001]. Um vielseitigere organische Reaktionen ausführen zu können, haben wir die Palette an Monomeren ausgeweitet und sind nun in der Lage, neben Sulfonsäuren auch Vinylbenzylchloridgruppen, quarternäre Ammoniumgruppen, Aminogruppen, Vinylpyridine und Imidazole als Ankergruppen in die Polymerphase einzubringen. Diese Ankergruppen erlauben die Herstellung sowohl saurer und basischer Ionenaustauscher zur Zwischenfixierung von Reaktanden als auch die Möglichkeit, Übergangsmetalle als Katalysatoren zu immobilisieren [KUNZ et al. 2004]. Hier beschreiben wir die Herstellung und Verwendung von Metallen als Katalysatoren, die zunächst durch Ionenaustausch in die Polymerteilchen eingebracht wurden und dann nach Reduktion als Element im Polymer vorliegen. Bei der Reduktion bildet sich die Ionenaustauscherstelle zurück, so dass bifunktionelle Katalysatoren erhalten werden, bei denen eine katalytisch aktive Übergangsmetallstelle in unmittelbarer Nachbarschaft zu einer ionischen Ankergruppe liegt.

Herstellung von Reaktoren auf Basis monolithischer Polymer/Träger-Verbundmaterialien

In Abhängigkeit von der Gestalt der Reaktoren sind drei Bauformen verwirklicht worden:

- Die Herstellung stabförmiger Reaktoren erfolgt durch Einschrumpfen von stabförmigen Monolithen mit einem Teflon-Schrumpfschlauch und nachfolgendem Ummanteln mit einem faserverstärkten Epoxidharz. Dadurch wird ein randgängigkeitsfreier formschlüssiger Verband erzeugt, der gegen Drücke bis zu ca. 100 bar druckbeständig ist. Durch die Verwendung von Teflon ist chemische Beständigkeit gegen die meisten Lösemittel, die in der organischen Chemie benutzt werden, sichergestellt.
- Druckbeständige Gehäuse können auch durch die Verwendung von Stahlrohren hergestellt werden. Dies erfordert das genaue Einpassen der Trägerstäbe in die Rohre. Um Randgängigkeit zu vermeiden, werden die Stahlrohre zunächst erwärmt. Dadurch dehnen sie sich etwas aus. Nun wird der poröse Glasstab hineingesteckt. Nach Abkühlung und damit verbundenem Schrumpfen sitzt dieser passgenau im Stahlrohr. Dann erfolgt die Polymerisation und die chemische Funktionalisierung der Polymerphase.
- Reaktoren mit ringförmigen Verbundmaterialien können entweder Schüttungen enthalten oder auch nur aus einem einzigen Ring bestehen. Diese Art der Herstellung ist entweder für große Reaktoren mit Festbetten von vielen Litern bis Kubikme-

tern geeignet oder auch für sehr kleine Reaktoren, bestehend aus nur einem einzigen Ring.

Einzelringreaktoren haben eine Größe, die für die Bedürfnisse im organisch-chemischen Labor oft schon völlig ausreichend ist. Durch entsprechendes Reaktordesign sind Bauformen möglich, bei denen zwischen einem und mehreren Ringen gewechselt werden kann. Dies erlaubt eine leichte Variation der Menge eines Katalysators bei sonst gleichen Strömungsbedingungen. Die Gehäuse solcher Reaktoren können Edelstahl, Glas oder PEEK-Polymer sein. Die letzteren Werkstoffe erlauben auch den Einsatz in mikrowellenunterstützten Synthesen im Durchfluss. Bei Verwendung von kleinen Probenfläschchen, wie sie für die Chromatographie üblich sind, und Glasfiltereinsätzen als monolithische Struktur sind auch preiswerte Wegwerf-Reaktoren realisierbar. Dies ist im Bereich der Synthese von potentiellen Pharmaka sinnvoll, um Kontamination mit Substanzen aus anderen Synthesen zu vermeiden.

Ergänzend zu diesen Reaktorbauformen sind auch Wabenkörper möglich, die den Einsatz in Gas/Flüssigkeitsreaktionen erlauben. In den **Bildern 1 bis 3** sind Beispiele für hergestellte Reaktoren zu sehen.



Bild 1: Verschiedene Polymer/Träger-Composite: Ringe (oben links), Ringe in strukturierter Anordnung (Mitte), Strömungsfeld innerhalb einer Packung aus strukturierten Ringen (rechts); Höhe der Packung ca. 20 cm



Bild 2: Wabenkörper aus monolithischem Compositmaterial (links), monolithischer Stab eingesetzt in ein Edelstahlgehäuse (rechts) Durchmesser des Monolithen ca. 7,5 cm; Durchmesser des Edelstahlreaktors 2,4 cm; Länge des eingesetzten porösen Monolithen 11 cm

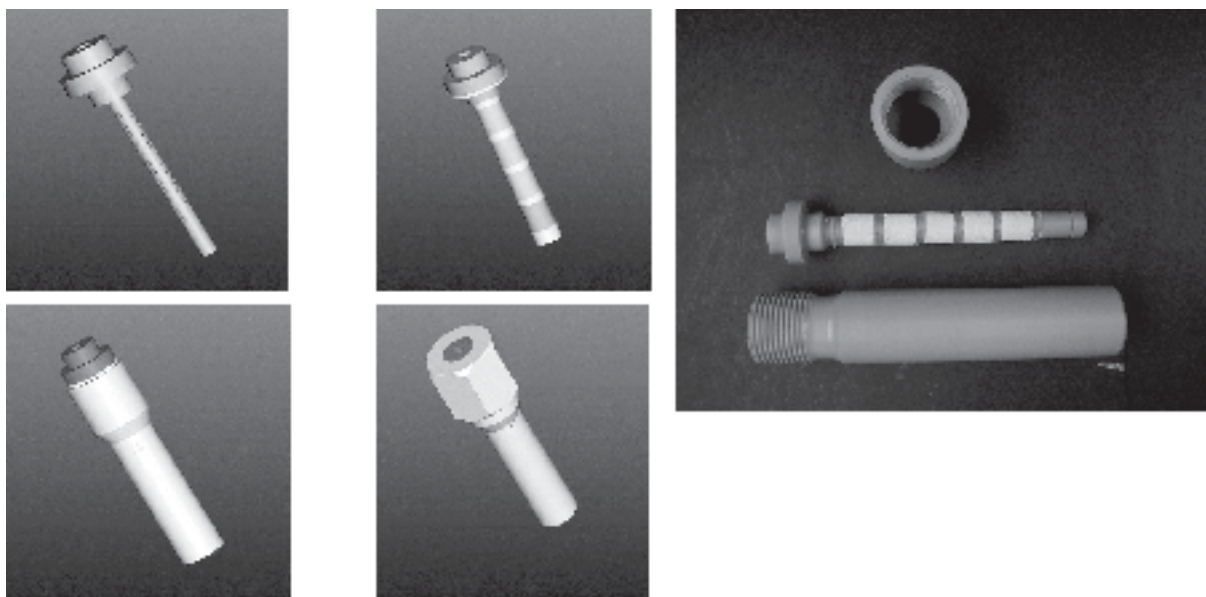


Bild 3: Durchflussreaktoren mit einzelnen Ringen

Die Ringe sind auf einem gelochten Rohr aufgefädelt; Dichtungen zwischen den Ringen verhindern Randgängigkeit, so dass die Strömung durch die poröse Ringwand erfolgt. Das Gehäuse besteht aus PEEK Polymer; die Strömung fließt in einen äußeren Ring-spalt, tritt durch die Ringwand und verlässt den Reaktor durch das Zentralrohr. Durchmesser der Ringe 9 mm.

Ergebnisse und Diskussion

Die Eigenschaften der Composite wurden in verschiedenen Beispielen untersucht. Zunächst wurden stabförmige Reaktoren hinsichtlich des inneren Stofftransportes untersucht. Hierzu ist es erforderlich, eine schnelle Reaktion auszuwählen. Geeignet ist ein Ionenaustausch, da der eigentliche Austauschvorgang, bei dem nur Ladungen übertragen werden, sehr schnell ist. Andererseits müssen Ionen bewegt werden, was das Beobachten von Stofftransportvorgängen ermöglicht. Durch experimentelle Untersuchungen zum dynamischen Ionenaustausch ließ sich feststellen, dass der Stofftransport innerhalb konvektiv durchströmter monolithischer Reaktoren wesentlich schneller erfolgt als in gepackten Betten handelsüblicher Ionenaustauscher. Für diese Untersuchungen wurde ein Anionenaustauscher in der Chloridform verwendet, bei dem das Chloridion gegen andere Ionen ausgetauscht wurde. Schritthal tend gemessen wurde mit einer chloridionenselektiven Elektrode. In **Bild 4** sind die Ergebnisse dieser Experimente zusammengestellt [SCHÖNFELD et al. 2004].

Der nächste Schritt war die Untersuchung in einer Beispielreaktion aus dem Bereich der organischen Chemie. Hier wurde die Reduktion von Benzaldehyd

mit Borhydridionen untersucht. Dabei zeigte sich, dass die beobachtete Reaktionsgeschwindigkeit wesentlich höher war als bei Einsatz handelsüblicher Ionenaustauscher. Dies ist Hinweis darauf, dass die beobachtete Reaktionsgeschwindigkeit bei handelsüblichen Ionenaustauschern durch Stofftransportvorgänge limitiert wird. Grund für den verbesserten Stofftransport sind die wesentlich kleineren Polymer-teilchen (2 bis 3 Größenordnungen kleiner) im Compositmaterial in Zusammenwirken mit dem konvektiven Durchströmen der Monolithen. Die dafür verwendete Versuchsanlage wurde bereits von uns ausführlicher beschrieben [KUNZ et al. 2003].

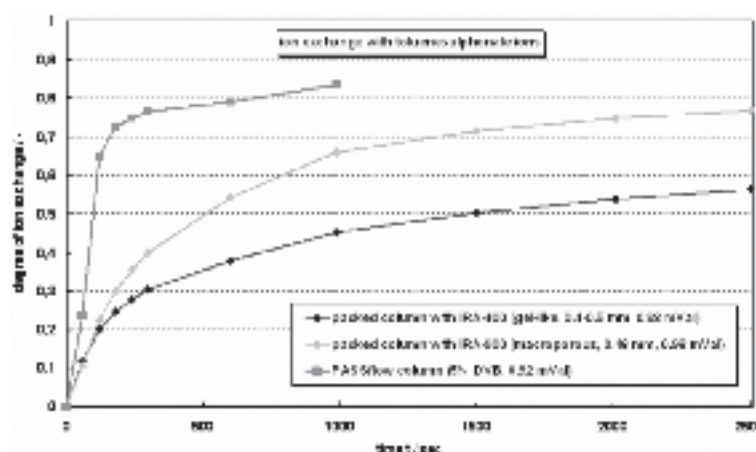


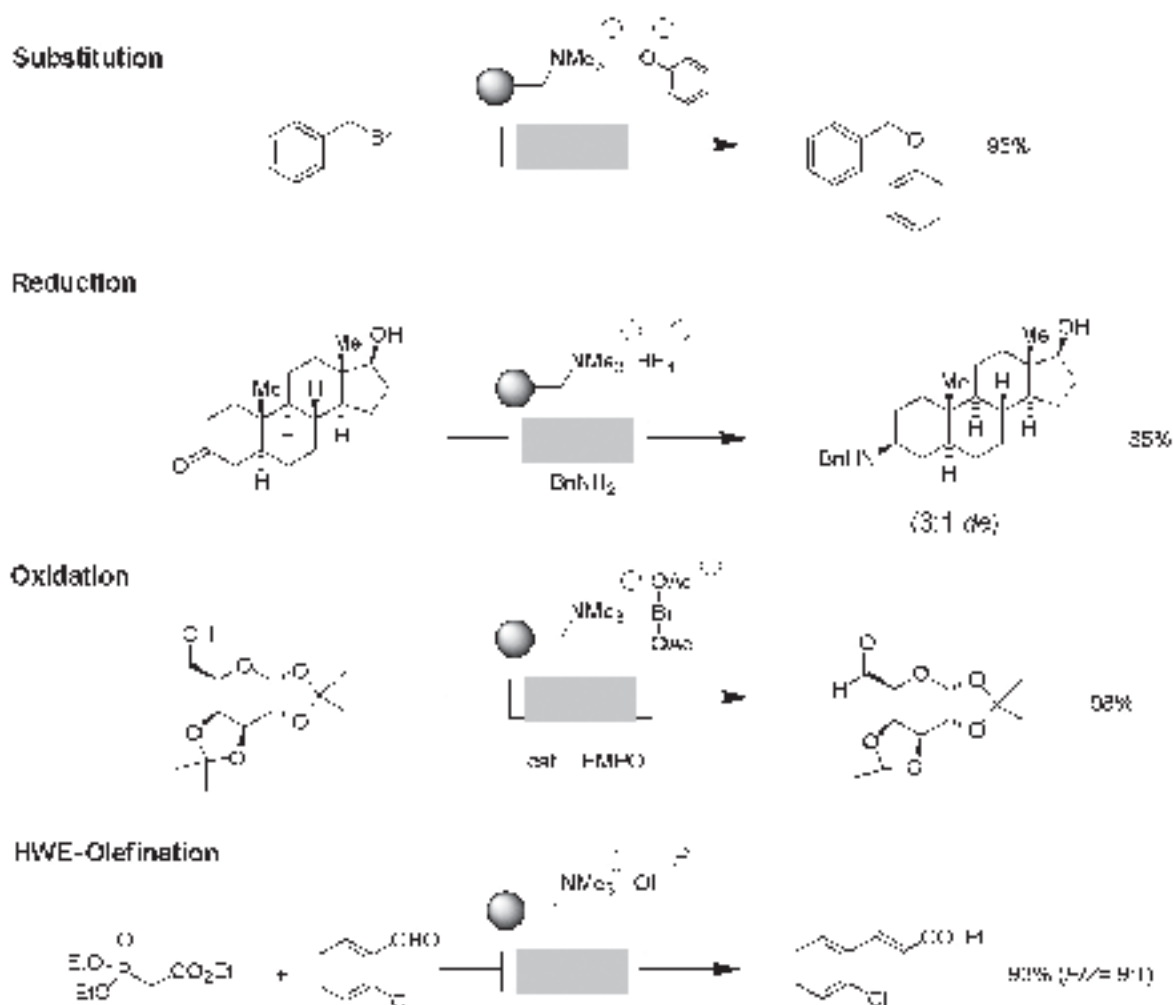
Bild 4: Vergleich der Ionenaustauschgeschwindigkeit von monolithischen Composit-Reaktoren mit handelsüblichen Ionenaustauschern
Austausch von Chlorid gegen Toluolsulfonat

Weitere Synthesereaktionen sind in **Schema 1** beschrieben. Dabei handelt es sich um Reaktionen, bei denen ein auf dem Compositen zwischenfixierter Reaktand verbraucht wird. In **Schema 2** sind Reaktionen zusammengestellt, bei denen katalytisch aktive Übergangsmetalle in die Composite eingebracht wurden. Die genannten Reaktionen sind relevante Beispiele für die Erzeugung von Feinchemikalien bzw. für Bausteine für pharmaorientierte Synthesen. Bei allen Reaktionen wurden die Produkte in hoher Reinheit erhalten.

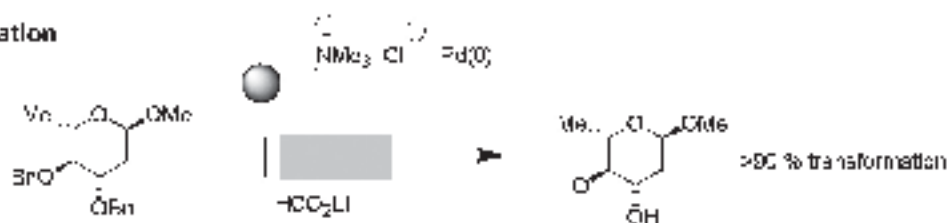
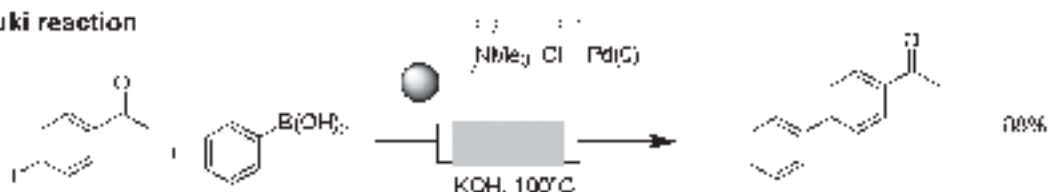
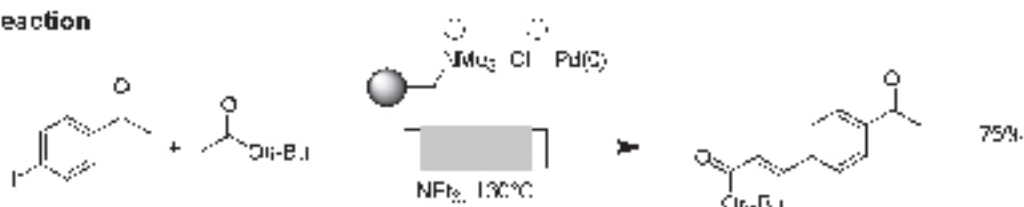
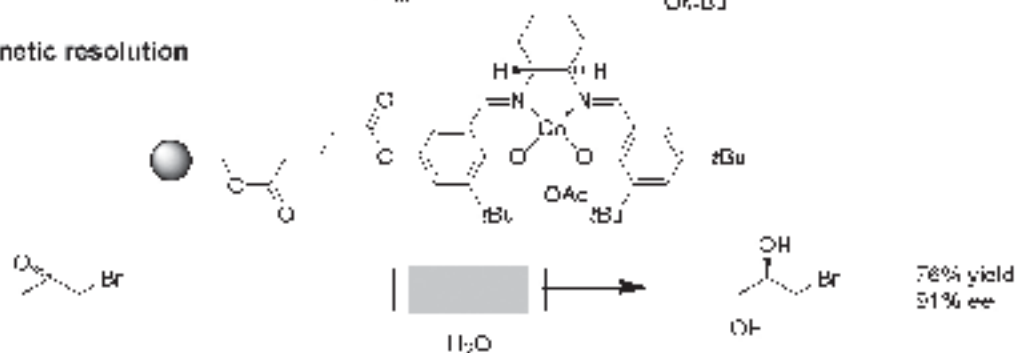
Die katalytischen Beispiele umfassen Transfer-Hydrierungen, Suzuki-Miyaura- und Heck-Reaktionen, bei denen Pd(0) als katalytisch aktives Metall wirkt. Die Herstellung der Katalysatoren wurde in zwei Stufen durchgeführt. Zunächst wurde durch Ionenaustausch ein Palladium-Ion in die Polymerphase der Composite gebracht, welches dann zum Element reduziert

wurde. Die Reduktion wurde mit Natriumborhydridlösung durchgeführt [SCHÖNFELD, KUNZ 2004; SOLODENKO et al. 2004].

Die entwickelten Einzelringreaktoren sind ein wertvolles Werkzeug zum Studium des inneren Stofftransportes bei katalytischen Anwendungen. Die Ringe können durch zwei Methoden mit Metallen beladen werden: Zum Einen kann dies durch einfaches Imprägnieren, d.h. durch Einlegen der Composite in die entsprechende Metallsalzlösung, erfolgen oder zum Anderen durch ein Hindurchpumpen von Metallsalzlösung. Gleiches gilt für den Reduktionsschritt. Die durch einfaches Imprägnieren hergestellten Proben zeigen eine schalenförmige Abscheidung des Metalls, während die konvektiv durchströmt hergestellten Proben eine homogene Verteilung des katalytisch wirksamen Palladiums besitzen. In **Bild 5** sind Beispiele dieser Proben dargestellt.

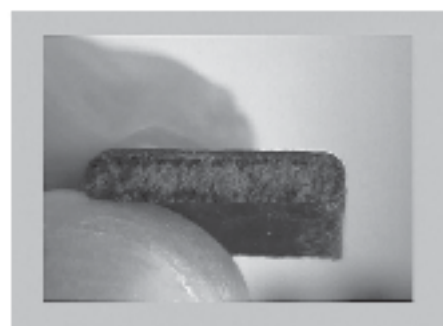


Schema 1: Umsetzungen mit stöchiometrisch gebundenen Reaktanden

Transfer hydrogenation**Suzuki reaction****Heck reaction****Dynamic kinetic resolution****Schema 2:** Umsetzungen mit Übergangsmetallkatalysatoren

Die Herstellungsmethode hat ebenfalls Einfluss auf die Durchmesser der erzeugten Palladiumteilchen. Durch Transmissionselektronenmikroskopie kann gezeigt werden, dass die Palladiumteilchen bei Anwendung der Durchflussmethode im Mittel kleinere Durchmesser aufweisen als bei diffusiver Herstellung. In **Bild 6** sind zwei TEM-Photos der Palladiumteilchen gezeigt. Die aus diesen Photos berechneten Partikelgrößenverteilungen sind in **Bild 7** dargestellt. Durch reine Diffusion hergestellte Proben besitzen mittlere

Palladiumteilchendurchmesser von ca. 75 Nanometer, während durch Konvektion hergestellte Proben nur ca. 40 nm im Durchmesser aufweisen.

**Bild 5:** Palladiumbeladene Ringe links durch Imprägnieren (diffusionskontrolliert), rechts hergestellt durch Durchströmung (konvektiv kontrolliert)

Diese Untersuchungen zeigen, dass die Morphologie hergestellter Katalysatoren von den Durchströmungsbedingungen bei der Katalysatorerzeugung abhängen. Gleichförmigere Katalysatoren können im Durchflussbetrieb erzeugt werden; Grund für die gleichförmigere Verteilung und die kleineren Teilchen sind die bessere und schnellere Verteilung der Palladiumionen beim Beladen und die höhere Konzentration des Reduktionsmittels an den aktiven Stellen im Reduktionsschritt. Je steiler der Konzentrationsgradient beim Reduzieren ist, desto kleiner werden die Teilchen.

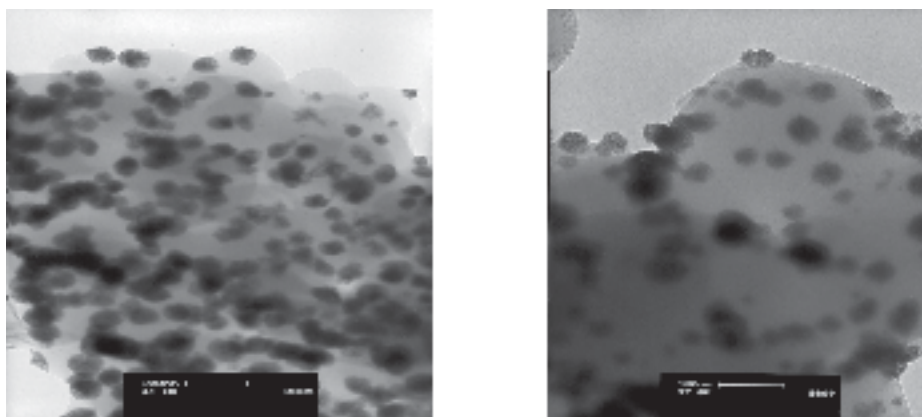


Bild 6: TEM-Photo von diffusiv beladenen Proben (links) und konvektiv beladenen Proben (rechts). Der Maßstab ist im linken Bild 200 nm lang, im rechten Bild 100 nm.

Zusammenfassung und Ausblick

Composite aus Polymer/Trägermaterialien in verschiedenen Formen sind ein wertvolles Werkzeug für die reaktionstechnische Untersuchung organisch-chemischer Reaktionen wie auch für die Erzeugung von Feinchemikalien. Das Konzept von Reaktoren auf Basis monolithischer Composite kann zu einer effizienteren organischen Synthese beitragen. Hierdurch kann ein Wechsel vom Satzbetrieb zu einer kontinuierlichen Durchflussfahrweise erfolgen, was durch die leichte Automatisierbarkeit zu einem bequemerem Arbeiten im Labor beiträgt. Auch sicherheitstechnisch bringt die kontinuierliche Arbeitsweise Vorteile, da mit geringeren Volumina an meist brennbaren Lösemitteln gearbeitet werden kann. Die schon angesprochene Automatisierung kann leicht auf Basis von Chromatographiezubehör erfolgen [KUNZ et al. 2003]. Es ist zu hoffen, dass der Einsatz dieser Technik einen Beitrag zu neuen Standardmethoden der organischen Synthese liefert, und langfristig Erlenmeyerkolben und Bechergläser durch automatisierte Synthesemaschinen ersetzt werden können [KIRSCHNING et al. 2004].

Für finanzielle Unterstützung dieser Thematik möchten wir uns bei folgenden Förderorganisationen und Firmen bedanken: Deutsche Forschungsgemeinschaft, Max Buchner Stiftung, Deutscher Akademischer Austauschdienst, Fonds der Chemischen Industrie, VEBA Oel AG und Chelona GmbH.

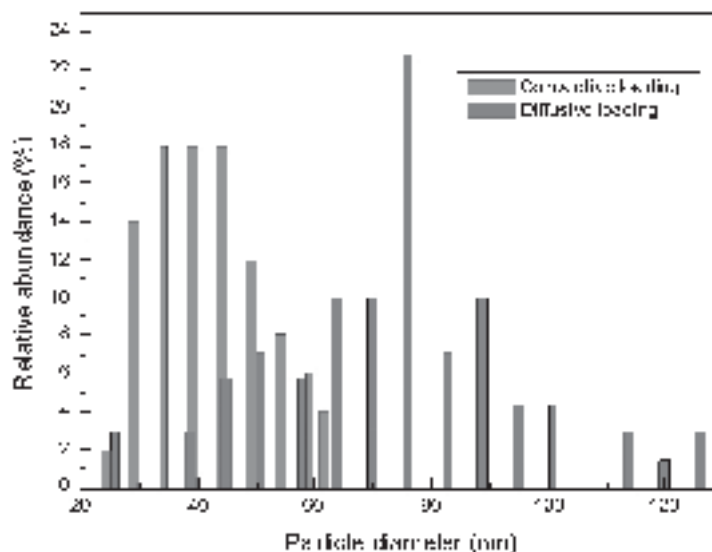


Bild 7: Partikelgrößenverteilungen für diffusiv beladene Proben im Vergleich zu konvektiv beladenen Proben.

Prof. Dr.-Ing. U. Kunz
Institut für Chemische Verfahrenstechnik
Leibnizstraße 17
38678 Clausthal-Zellerfeld
Tel.: 05323/72-2534
Fax: 05323/72-2182

Prof. Dr. rer.nat. A. Kirschning
Institut für Organische Chemie
Universität Hannover
30167 Hannover
Schneiderberg 1B
Tel.: 0511/762-4614
Fax: 0511/762-3011

Wärmeübertragung in Composite-Werkstoffen

Von Lars Frormann und Matthias Reckzügel

Neben den metallischen Werkstoffen sind die Kunststoffe und insbesondere die faserverstärkten Kunststoffe, welche aufgrund ihrer hervorragenden spezifischen Eigenschaften vorzugsweise für die Herstellung von leichten, hochfesten und steifen Bauteilen eingesetzt werden, zu einer der bedeutendsten Werkstoffkategorie geworden. Ausgehend von Anwendungen in der Schiff- sowie Luft- und Raumfahrttechnik wurden in den letzten Jahren immer neue Einsatzgebiete für faserverstärkte Kunststoffe erschlossen. So werden heute große Mengen der von [EHRENSTEIN 1999] als Faser-Kunststoff-Verbundwerkstoffe (FKV) definierten Werkstoffe in den nach **Bild 1** dargestellten Industriezweigen sowie in zahlreichen Anwendungen des täglichen Leben verwendet [FRORMANN 2002].

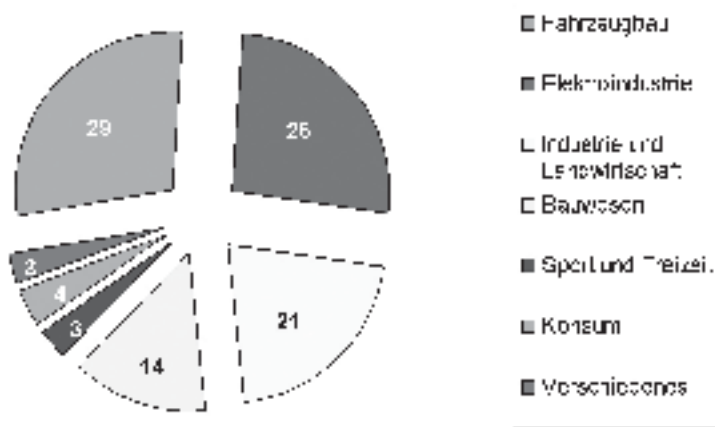


Bild 1: Marktsegmente von FKV [NEITZEL, BREUER 1997]

Mit Hilfe der als unverzichtbar zu bezeichnenden FKV können dabei für nahezu jede Problemstellung „maßgeschneiderte“ Werkstoffe durch die Möglichkeit der gezielten Materialkombination von Einbettungs- (z.B. Kunststoff) und Verstärkungssystem (z.B. Textilstoff) zur Werkstoffanpassung an die geforderten Eigenschaften entwickelt werden [FRORMANN 2000], so dass diese zunehmend als Konstruktionswerkstoffe, insbesondere im Flugzeugbau, eingesetzt werden. Dieser Aspekt wird dadurch unterstützt, dass z.B. die beiden großen Flugzeugbauer, Airbus und Boeing, zunehmend Faser-Kunststoff-Verbunde (CFK, Kohlenstofffaserverstärkter Kunststoff) einsetzen.

Gerade jedoch bei einer derartigen Anwendung sind die Werkstoffe durch die Start-, Flug- und Landephase unterschiedlichen Temperaturen ausgesetzt, wobei nachfolgend ein entsprechendes Berechnungstool zur Beschreibung der Wärmeleitfähigkeit und des Temperaturprofils in FKV sowie erste Ergebnisse vorgestellt werden.

Beschreibung des Berechnungstools

Da die Wärmeleitfähigkeit in Faser-Kunststoff-Verbunden sowohl von der eingesetzten Faser und der verwendeten Matrix abhängt als auch von der Orientierung der Faser, wurde ein Berechnungstool auf der Basis von Excel®-Arbeitsmappen zur einfachen Vorhersage der Wärmeleitung in Polymeren entwickelt. Insbesondere wurde hierbei die Verstärkung des Kunststoffs durch unterschiedliche textile Halbzeuge, d.h. Rovings, Garne (Faserhalbzeuge) sowie Gewebe und Matten (Flächenhalbzeuge) berücksichtigt.

Grundlage des Berechnungstools ist die Bestimmung des Temperaturprofils, wobei hier zwei Methoden zur Verfügung stehen. Einerseits die geschlossene Lösung mit Hilfe der Gaußschen Fehlerfunktion (Gleichungen 1, 2) zur Bestimmung der Temperaturverteilung eines „halbinendlichen“ homogenen Körpers, dessen Oberflächentemperatur sich plötzlich von T_0 auf T_1 ändert sowie die numerische Bestimmung nach Gleichung 3.

Bild 2 zeigt das Gitternetz zur Bestimmung des zweidimensionalen Wärmestromes, wobei Gl. 3 die Erweiterung auf den mehrdimensionalen Fall angibt.

$$\frac{T - T_1}{T_0 - T_1} = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \cdot \int_0^z e^{-z^2} dz = \text{erf}(z) = \text{erf}\left(\frac{x}{2 \cdot \sqrt{a \cdot t}}\right) \quad (1)$$

$$\text{erf}(z) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \cdot \int_0^z e^{-z^2} dz \quad (2)$$

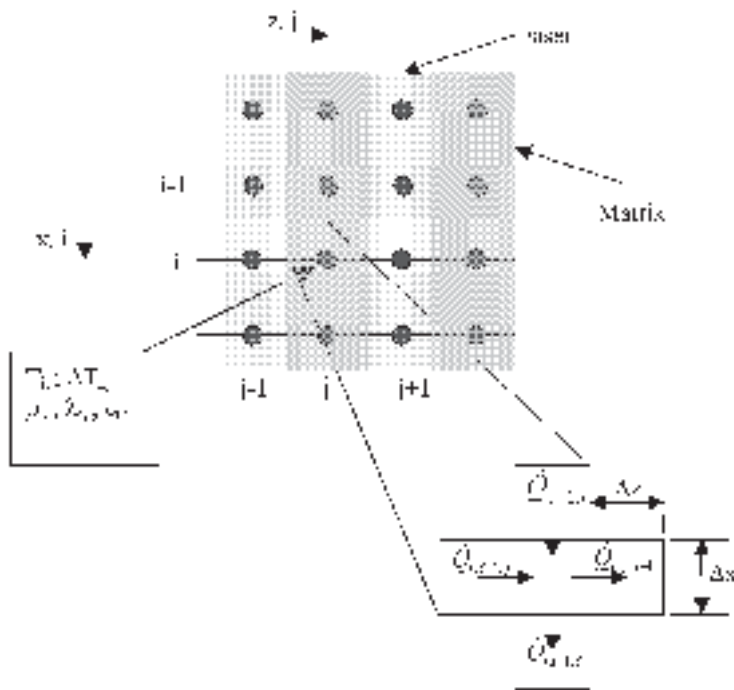


Bild 2: Gitternetz zur Bestimmung des zweidimensionalen Wärmestromes

$$\Delta T_{i,j,k} = \frac{\Delta t}{\Delta x^2} \cdot \frac{2}{c_{i,j,k} \cdot \rho_{i,j,k}} \cdot \left[\frac{(T_{i+1,j,k} - T_{i,j,k})}{\left(\frac{1}{\lambda_{i,j,k}} + \frac{1}{\lambda_{i+1,j,k}}\right)} + \frac{(T_{i-1,j,k} - T_{i,j,k})}{\left(\frac{1}{\lambda_{i,j,k}} + \frac{1}{\lambda_{i-1,j,k}}\right)} \right] + \frac{\Delta t}{\Delta z^2} \cdot \frac{2}{c_{i,j,k} \cdot \rho_{i,j,k}} \cdot \left[\frac{(T_{i,j,k+1} - T_{i,j,k})}{\left(\frac{1}{\lambda_{i,j,k}} + \frac{1}{\lambda_{i,j,k+1}}\right)} + \frac{(T_{i,j,k-1} - T_{i,j,k})}{\left(\frac{1}{\lambda_{i,j,k}} + \frac{1}{\lambda_{i,j,k-1}}\right)} \right] + \frac{\Delta t}{\Delta y^2} \cdot \frac{2}{c_{i,j,k} \cdot \rho_{i,j,k}} \cdot \left[\frac{(T_{i,j+1,k} - T_{i,j,k})}{\left(\frac{1}{\lambda_{i,j,k}} + \frac{1}{\lambda_{i,j+1,k}}\right)} + \frac{(T_{i,j-1,k} - T_{i,j,k})}{\left(\frac{1}{\lambda_{i,j,k}} + \frac{1}{\lambda_{i,j-1,k}}\right)} \right] \quad (3)$$

Zunächst wird das Temperaturprofil des Verbundwerkstoffes mit der numerischen Methode berechnet, wobei anschließend die Ermittlung der Stoffwerte mittels der geschlossenen Lösung erfolgt.

Die Voraussetzungen zur Gültigkeit sind dabei die Betrachtung des „halb-unendlichen“ Körpers, ein instationäres Temperaturfeld durch sprunghafte Temperaturänderung am Rand sowie die Entwicklung einer umkehrbaren Näherungsfunktion für das Gaußsche

Fehlerintegral. Das Ergebnis liefert einen Ersatzwert für die Temperatur- und Wärmeleitfähigkeit des betrachteten Körpers zur weiteren Iteration der Berechnung. Innerhalb des Berechnungsmodells wurden dabei die numerische und die geschlossene Lösung verglichen, um Aussagen zur Genauigkeit zu treffen bzw. das Modell zu verifizieren. Es wurde hierbei eine maximale Differenz der beiden Lösungen von $\pm 0,05$ K ermittelt, so dass die gewählte Vorgehensweise als ausreichend genau angenommen werden kann. **Bild 3** zeigt den Vergleich in der Anwendung des numerischen Modells und der geschlossenen Lösung bei der Berechnung des Temperaturverlaufes sowie deren Differenz voneinander, wobei diese im Bereich von $\pm 0,05$ K liegt und somit das Berechnungsmodell als ausreichend genau angenommen wird.

Um das hier vorgestellte Berechnungstool, welches die Abhängigkeit der Wärmeleitfähigkeit von

- der eingesetzten Faser,
- dem Faservolumengehalt,
- der verwendeten Matrix sowie
- der Orientierung der Fasern (über das textile Halbzeug)

beschreibt, möglichst einfach in der Bedienung zu gestalten, wurden als Basis Excel®-Arbeitsmappen, deren Eingabemaske in **Bild 4** dargestellt ist, gewählt.

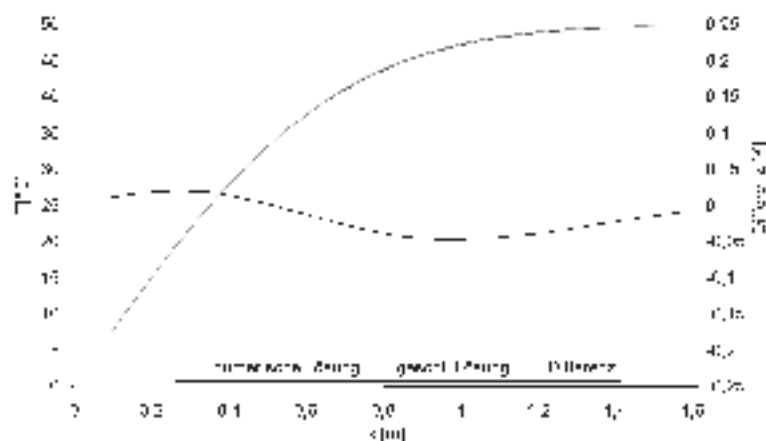


Bild 3: Vergleich von geschlossener Lösung und numerischer Annäherung

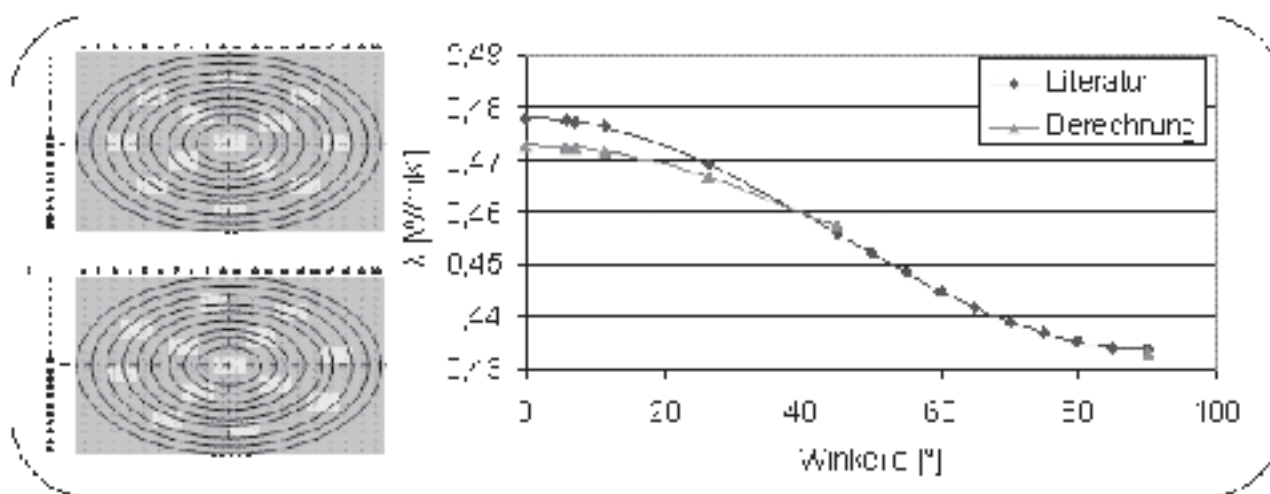


Bild 6: Wärmeleitfähigkeit in Abhängigkeit des Verdrillungswinkels

Weiterhin zeigt **Bild 6** den Vergleich von Berechnungs- und Literaturwerten für eine Verstärkung mittels Garn in Abhängigkeit vom Verdrillungswinkel. Auch hier zeigt sich die gute Übereinstimmung der Ergebnisse.

Zusammenfassung

Der vorliegende Beitrag stellt ein Berechnungstool zur Bestimmung der Wärme- und Temperaturleitfähigkeit in Faser-Kunststoff-Verbunden vor, mit dem über die Anwendung von Excel®-Arbeitsmappen eine einfache und bedienerfreundliche Berechnung möglich ist. Es können somit Verbundstrukturen auf einfache Art und Weise ausgelegt und deren Wärme- bzw.

auch Temperaturleitfähigkeiten bestimmt werden. Über die Anwendung von Excel®-Arbeitsmappen ist die Berechnung nahezu überall ohne spezielle Software bei ausreichender Genauigkeit möglich.

Prof. Dr.-Ing. Lars Frommann
 Institut für Polymerwerkstoffe und Kunststofftechnik
 Agricolastraße 6
 38678 Clausthal-Zellerfeld
 Tel.: 05323/72-2000
 Fax: 05323/72-2324

Dr.-Ing. Matthias Reckzügel
 Hummerts Kamp 9
 48465 Schüttorf
 Tel.: 05923/71995

Konstruktion einer Fräsvorrichtung zur Bearbeitung von Gesteinsprüfkörpern

Von Thomas Korte

Die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) ist als nachgeordnete Fachbehörde des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit die zentrale Einrichtung zur Beratung der Bundesregierung in allen geowissenschaftlichen Fragen.

Seit mehreren Jahren werden von der BGR mikroakustische Messungen im Forschungsbergwerk ASSE und im Endlager für radioaktive Abfälle (ERA) Morsleben durchgeführt. Ermittelt werden die Lokationen von Mikrorissbildungen im Gebirge und die Magnituden der seismischen Abstrahlung bei den Rissprozessen. Zum tieferen Verständnis der Mikrorissbildung und der Risserweiterung im Gebirge insbesondere bei geringer Beanspruchung sowie zur Identifikation von Heilungsprozessen werden in der BGR Laboruntersuchungen an zylindrischen Gesteinsproben bei ein- und triaxialen Beanspruchungen mit passiven und aktiven ultraschallseismischen Aufnehmern durchgeführt.

Aufgabenstellung

Zur Vorbereitung der Messungen werden zylindrische Gesteinsproben von 250 mm Länge und 100 mm Durchmesser stirnseitig und verteilt über die Mantelfläche mit insgesamt zwölf mikroakustischen Aufnehmern bestückt. Die Aufnehmer werden dabei in zylindrische Vertiefungen eingesetzt und die Aufnehmerverkabelung wird, von der Vertiefung ausgehend, in Nuten längs der Mantelfläche zur unteren Stirnseite geführt.

Die Abmessungen der Vertiefungen sollen variabel sein. Gefordert wurde ein Durchmesser bis 12 mm, eine Tiefe bis zu 10 mm und ein ebener Bohrungsgrund. Die Nuten sind 1 mm tief und 1 mm breit. **Bild 1** zeigt schematisch, wie die Vertiefungen und Nuten am Gesteinsprüfkörper verteilt werden.

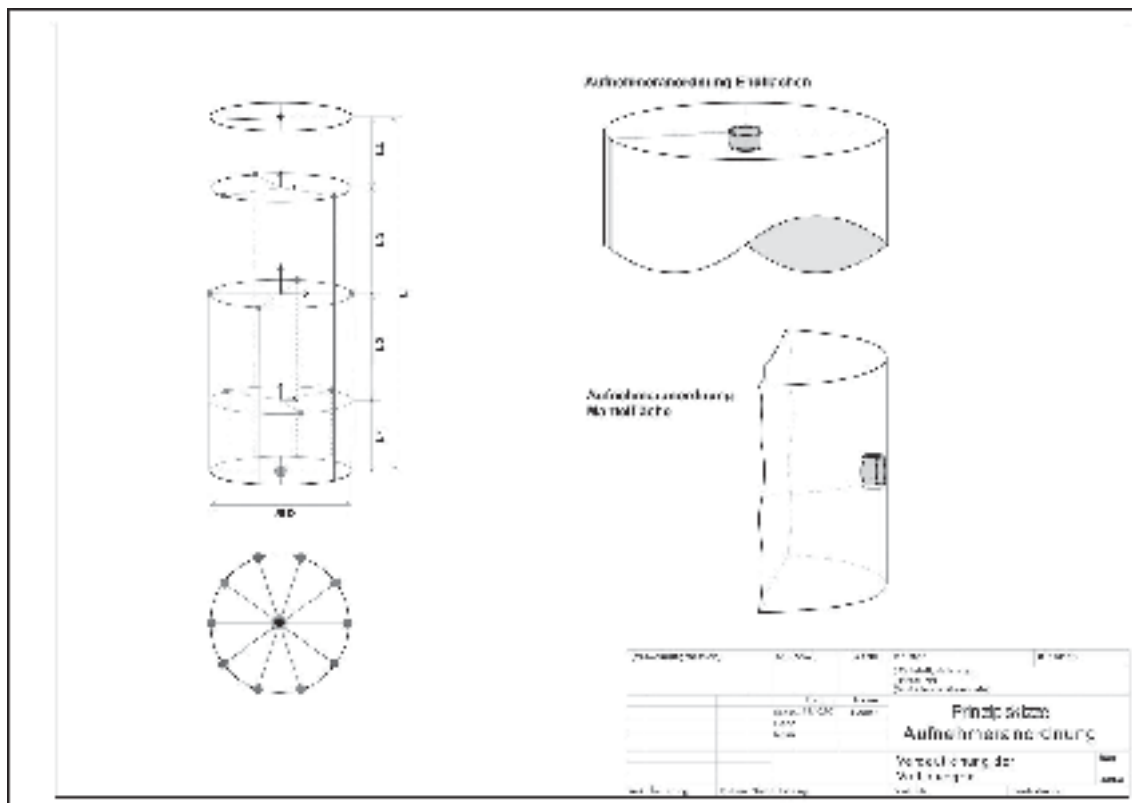


Bild 1: Prinzipische Aufnehmeranordnung

Die zu konstruierende Bohrvorrichtung soll eine Aufspannung und Ausrichtung des Probenkörpers ermöglichen und eine exakte Positionierung und Fertigung der Vertiefungen sicherstellen.

Eine weitere Aufgabe war die Durchführung von Bohrversuchen. Für die Bearbeitung unterschiedlicher Gesteine existieren nur Empfehlungen, die insbesondere auf den Bergbau bezogen sind. Verfahren zur Präparation unterschiedlicher Probenkörper im Laborbereich erforderten Vorversuche zur Auswahl des Bearbeitungsverfahrens, der geeigneten Werkzeuge und angemessener Bearbeitungsparameter.

Gestein

Die Untersuchungen an den Gesteinsprüfkörpern dienen in diesem Fall der Standortevaluierung für eine Endlagerung radioaktiver Abfälle. Das Ziel einer untätigen Endlagerung ist es, die Abfälle langfristig sicher einzulagern und dauerhaft von der Biosphäre fernzuhalten. Dies soll durch ein System unterschiedlicher Barrieren gewährleistet werden. Wirtsgestein und geologische Formationen oberhalb eines unterirdischen Endlagers sollten die Funktion einer natürlichen Barriere in einem Mehrbarriersystem übernehmen. Endlagertypische Gesteine sind Salzgestein, Anhydrit und Tonstein. Diese Gesteine sind unter anderem Gegenstand der Untersuchungen der BGR und daher mit der Bohrvorrichtung zu bearbeiten [ARBEITSKREIS AUSWAHLVERFAHREN ENDLAGERSTANDORTE 2002].

Tonstein

Tonstein entsteht durch die Ablagerung von Sedimentpartikeln mit einem Durchmesser von weniger als 2 µm. Tonstein verfügt über ein feinstkörniges, geschichtetes Gefüge. Die Dichte variiert entsprechend der Zusammensetzung und des Wassergehaltes. Damit die Eigenschaften sich in Hinblick auf die späteren Versuche nicht verändern, ist eine definierte Lagerung des Gesteins erforderlich. Es ist ein relativ weiches Material mit einer Härte von 1 bis 2 auf der *MOHS'schen Härteskala* (**Tab. 1**). Tonstein ist geschiefert und hat dadurch bedingt eine geringe einaxiale Druckfestigkeit von ca. 10 MPa.

Anhydrit

Anhydrit (Kalziumsulfat CaSO_4) entsteht durch marine Evaporation, das heißt durch Ausfällung bei der Verdunstung von Meerwasser.

Es ist ein feinkristallines, klüftiges und sprödes Material. Es hat eine Härte von 3 bis 3,6 entsprechend der *MOHS'schen Härteskala*. Die Dichte beträgt 2,95 g/cm³. Anhydrit hat eine einaxiale Druckfestigkeit von ca. 60 bis 100 MPa. Es ist an der Luft beständig.

Salzgestein

Steinsalz entsteht wie Anhydrit durch marine Evaporation. Es hat in der Regel eine körnige bis grobkristalline Struktur, wobei die Korngrößen entsprechend der Entstehungsgeschichte stark variieren.

Die *MOHS'sche Härte* beträgt 2,5 und die Dichte 2,16 g/cm³. Die einaxiale Druckfestigkeit liegt zwischen 20 und 30 MPa.

Steinsalz ist an trockener Luft beständig, wobei es, insbesondere Salzstaub, an feuchter Luft sehr korrosiv wirkt [CORRENS 1968; PRESS, SIEVER 1995].

Bearbeitungsversuche

Es wurden zwei Versuchsreihen durchgeführt. Zunächst wurden die Proben mit einer Universal-Werkzeugfräsmaschine bearbeitet. Dabei wurden sowohl Bohrungen als auch Nuten erstellt. Diese Versuche führten zu den Erkenntnissen, welche Werkzeuge grundsätzlich zur Bearbeitung geeignet sind, und lieferten ansatzweise Grundlagen bezüglich der Bearbeitungsparameter. Diese Parameter wurden systematisch variiert, um so die optimale Schnittgeschwindigkeit und den optimalen Vorschub zu ermitteln.

Härtegrad	Standardmineral	Härteprüfung
1	Talk	
2	Gips	Fingernagel
3	Kalkspat	Kupfermünze
4	Flußspat	
5	Apatit	Messer
6	Feldspat	Fensterglas
7	Quarz	Stahlfeile
8	Topas	
9	Korund	
10	Diamant	

Tab. 1: *Mohs'sche Härteskala* [Bentz, Martini 1968]

Es wurden drei Fräsverfahren an den Gesteinsprüfkörpern erprobt:

- Herstellung der Bohrungen mit einem Schaftfräser: Ein Schaftfräser bietet sich zur Herstellung der Bohrungen an, da die erzeugte Geometrie die Anforderungen einer zylindrischen Bohrung mit ebenem Grund erfüllt.
- Herstellung der Nuten mit einem Schaftfräser: Die Nuten werden analog dem Nutenfräsen, wie es zum Beispiel bei der Herstellung von Passfedernuten im Maschinenbau verwandt wird, erzeugt.
- Herstellung der Nuten mit einem Scheibenfräser: Die Nuten werden dabei durch Stirn-Umfangfräsen hergestellt. Dies entspricht dem Verfahren, wie es vom Auftraggeber bisher durchgeführt wurde. Die Rotationsachse des Werkzeugs steht dabei im Gegensatz zu den anderen Verfahren nicht radial zum Prüfkörper, sondern tangential. Es ist dementsprechend eine Umspannung des Werkstückes, beziehungsweise eine Neuausrichtung des Werkzeuges erforderlich.

Die Versuche zeigten, dass sowohl die Bohrungen als auch die Nuten an sämtlichen Probenmaterialien mit Schaftfräsern aus Schnellarbeitsstahl angefertigt werden können. **Bild 2** zeigt eine Bohrung und eine Nut an einem Tonsteinprüfkörper.

Schließlich wurden Fräsversuche mit Werkzeugen in Originalabmessungen entsprechend der Anforderungsliste durchgeführt. Die hohen Schnittgeschwindigkeiten in Verbindung mit dem geringen Durchmesser des Fräses führen zu hohen Werkzeugdrehzahlen. Die Bearbeitung der Anhydritprobe mit einer Schnittgeschwindigkeit von 45 mm/min erfordert zum Beispiel bei einem Fräserdurchmesser von 1 mm eine Drehzahl von ca. 14500 Umdrehungen/min. Diese Drehzahlbereiche waren mit der zur Verfügung stehenden Universal-Fräsmaschine nicht zu erreichen.

Es wurde daher in der Werkstatt des IMW eine provisorische Fräsvorrichtung mit einem pneumatischen Geradschleifer als Fräsantrieb angefertigt.

Der Geradschleifer wurde durch eine Führung mit Trapezspindelantrieb bewegt. Die Gesteinsproben wurden mit einem Prisma auf dem Werkstück fixiert. Zum Absaugen des entstehenden Staubes diente ein Staubsauger.

Die bearbeiteten Proben wurden schließlich dem Auftraggeber zur Begutachtung zur Verfügung gestellt. Bei dieser Prüfung wurde insbesondere festgestellt, ob die erzeugte Oberflächenqualität den Anforderungen genügt und ob die Kosten der Werkzeuge in Bezug zur Standzeit seitens des Auftraggebers tragbar sind.

Werkstoff	Schnittgeschwindigkeit v_c	Vorschub f_z
Tonstein	20 m/min	0,02 mm/Fräserzahn
Steinsalz	45 m/min	0,02 mm/Fräserzahn
Anhydrit	45 m/min	0,02 mm/Fräserzahn

Tab. 2: Bearbeitungsparameter beim Fräsen unterschiedlicher Gesteine

Die Richtwerte der Bearbeitungsparameter für die untersuchten Gesteine (**Tab. 2**) geben Anhaltspunkte über Schnittgeschwindigkeit und Vorschub. Der inhomogene und anisotrope Aufbau verursacht jedoch unsystematisch wechselnde Werkstoffeigenschaften, was die Festlegung der erforderlichen Bearbeitungsparameter erschwert.

Die wechselnden Eigenschaften durch die grobkörnige Struktur des Steinsalzes und des Anhydrits verursachten beim Fräsen in einigen Bereichen der Probe Materialausbrüche am Rand der Nuten und im Übergang zur Stirnseite.

Tonstein zeigte sich aufgrund seines sehr feinkörnigen Gefüges recht stabil bezüglich der Bearbeitungsparameter. Die Tonsteinprüfkörper sind jedoch aufgrund der Schieferung empfindlich und neigen dazu, bei der Handhabung auseinander zubrechen.



Bild 2: Bohrung und Nut an einer Tonsteinprobe

Ausführung der Fräsvorrichtung

Kinematische Beziehungen

Eine grundsätzliche Anforderung bei der Konstruktion der Fräsvorrichtung war die Auswahl der kinematischen Beziehungen zwischen Werkstück (Prüfkörper) und Werkzeug (Schaftfräser). Grundsätzlich können die Relativbewegungen sowohl vom Werkstück als auch vom Werkzeug durchgeführt werden. Die Bohrversuche zeigten, dass mit einem Geradschleifer zufriedenstellende Ergebnisse zu erzielen sind. Aufgrund der geringen Masse des Schleifers ist es sinnvoll, die Vorschub- und Zustellbewegungen vom

Modelle und Methoden für die Anlagenbelegungsplanung in der Prozessindustrie

Von Christoph Schwindt, Rafael Fink, Sascha Herrmann und Hanno Sagebiel

Die Prozessindustrie umfasst alle Industriezweige, in denen vorwiegend chemische und physikalische Stoffumwandlungsprozesse zum Einsatz kommen. Zur Prozessindustrie gehören beispielsweise die Hersteller von Chemikalien, Arzneimitteln, Nahrungsmitteln, Hüttenerzeugnissen oder Papier. In Deutschland nimmt die Prozessindustrie mit einem Anteil von 31 % an der Bruttowertschöpfung des verarbeitenden Gewerbes eine herausragende Stellung ein.

Die Globalisierung des Wettbewerbs und der Aufbau neuer Kapazitäten in Schwellenländern haben in den vergangenen Jahren zu einer erheblichen Verschärfung des internationalen Wettbewerbs und in Deutschland zu einer Stagnation der Erzeugerpreise bei gleichzeitiger starker Steigerung der Produktivität geführt. Das Wachstum der Produktionsleistung ist insbesondere zurückzuführen auf die fortschreitende Automatisierung und Flexibilisierung der Produktion durch den Einsatz Prozessleitsystem-gesteuerter Mehrprodukt- und Mehrzweckanlagen und auf den Aufbau weitgehender Produktionsverbünde. Diese Entwicklung hat die Kapitalintensität der verfahrenstechnischen Produktion in Deutschland weiter verstärkt. In Verbindung mit den durch Automatisierung und Flexibilisierung der Produktionstechnik eröffneten Handlungsspielräumen kommt daher der Optimierung des Ressourceneinsatzes auf Betriebslebene entscheidende Bedeutung zu. Aufgrund zahlreicher technologischer Besonderheiten der verfahrenstechnischen Produktion ist hierbei eine unmittelbare Übertragung von Konzepten der Produktionsplanung aus der Fertigungsindustrie nicht möglich.

Die Produktion auf Mehrproduktanlagen ist häufig durch aufwändige Rüstvorgänge vor Beginn bzw. nach Abschluss der Produktion gekennzeichnet. In diesem Fall werden verfahrenstechnische Anlagen in sog. Kampagnenfahrweise betrieben. Hierbei handelt es sich um eine Betriebsweise, bei der die erforderliche Anlagenkonfiguration für eine bestimmte Produktgruppe aus den vorhandenen Anlageneinheiten zusammengestellt und anschließend der zugehörige Produktionslauf durchgeführt wird. Die Produktionsplanung in der Prozessindustrie gliedert sich dann in eine aggregierte und standortübergreifende Kampagnenplanung für Hauptprodukte und eine sich hieran anschließende detaillierte Belegungsplanung der einzelnen Anlagen. Im Wesentlichen werden bei der

Kampagnenplanung die benötigten Anlagenkonfigurationen zur Produktion der vorgesehenen Produkte gebildet, und es wird die Kampagnenstruktur für einen Zeitraum von ein bis zwei Jahren festgelegt. Hierzu zählen die Bestimmung der Hauptprodukte, die auf einer Anlage gemeinsam in einer Kampagne produziert werden, sowie der Reihenfolge und Länge der Kampagnen. Aus dem ermittelten Kampagnenplan leiten sich für jede Anlage Primärbedarfe an Endprodukten in Form grobterminierter Produktionslose ab, deren detaillierte Terminplanung Gegenstand der Anlagenbelegungsplanung ist.

Flexible Mehrzweckanlagen können bei entsprechender Prozessleittechnik in Mischfahrweise betrieben werden, bei der man unterschiedliche Produktgruppen gleichzeitig auf einer Anlage herstellt. In diesem Fall entfällt bei der Produktionsplanung die Ebene der Kampagnenplanung, und die von der Anlagenbelegungsplanung zu deckenden Primärbedarfe ergeben sich direkt aus den Kundenaufträgen.

Aufgabe der hier behandelten Anlagenbelegungsplanung ist es, für die gegebenen Primärbedarfe an Endprodukten bei fester Anlagenkonfiguration eine detaillierte Belegungsplanung der Anlage vorzunehmen. Hierzu ist die Menge der notwendigen Ausführungen von Prozessschritten auf den einzelnen Apparaten der Anlage mit den zugehörigen Einsatz- und Ausbringungsmengenverhältnissen sowie Chargengrößen bzw. Prozessdauern zu bestimmen und auf den Apparaten zeitlich so einzuplanen, dass die von der Kampagnenplanung festgelegten Bedarfe an den Endprodukten gedeckt werden und ein vorgegebenes Zielkriterium optimiert wird. Der hohe Detaillierungsgrad der Anlagenbelegungsplanung erfordert hierbei eine differenzierte Vorgehensweise in Abhängigkeit von Anlagen- und Prozessführungstypen.

In der Abteilung für Betriebswirtschaftslehre, insbesondere Produktion und Logistik des Instituts für Wirtschaftswissenschaft werden im Rahmen eines von der DFG geförderten Forschungsvorhabens Verfahren der Offline- und der Online-Optimierung für die Belegungsplanung von Mehrprodukt- und Mehrzweckanlagen bei diskreter Chargen- bzw. kontinuierlicher Sortenproduktion entwickelt. Im Unterschied zu den in der wissenschaftlichen Literatur diskutierten Totalmodellen der gemischt-ganzzahligen linearen und

nichtlinearen Programmierung beruht die Methodik auf einer hierarchischen Zerlegung der Planungsaufgabe in ein Problem der Mengen- und ein Problem der Ablaufplanung. Diese heuristische Vorgehensweise erlaubt die effiziente Behandlung von Planungsproblemen praxisrelevanter Größe und Komplexität. Im Rahmen von modernen *Advanced-Planning-Systemen* zum *Supply-Chain-Management* können solche Verfahren im Bereich des *Production Planning/Detailed Scheduling* zur effektiven Entscheidungsunterstützung bei der Ressourceneinsatzplanung verfahrenstechnischer Anlagen eingesetzt werden.

Anlagenbelegungsplanung bei Chargen- und bei Sortenproduktion

Chargen- und Sortenproduktion

Hinsichtlich des Repetitionstyps der verfahrenstechnischen Produktion ist zwischen Massen-, Sorten- und Chargenproduktion zu unterscheiden. Bei der Planung der Massenproduktion stehen aufgrund der Homogenität des Produktspektrums und der Verwendung spezialisierter Monoanlagen die Optimierung der Prozessbedingungen sowie die Abstimmung zwischen Beschaffung, Produktion und Distribution mittels hoch aggregierter Planungsmodelle im Vordergrund. Im Unterschied hierzu sind die Chargen- und die Sortenproduktion durch den Einsatz mehrstufiger flexibler Mehrzweck- und Mehrproduktanlagen gekennzeichnet, auf denen verschiedene Produkte simultan oder nacheinander hergestellt werden können. Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit, die zeitliche Belegung der Produktionsanlage mit den für die Herstellung der gewünschten Produktionsmengen erforderlichen Prozessschrittausführungen detailliert zu planen.

Die Chargen- und die Sortenproduktion unterscheiden sich insbesondere im Marktbezug der Produktion, der vorherrschenden Art der Prozessführung, der Abhängigkeit der Prozessdauern von den Ausbringungsmengen, dem vorwiegend eingesetzten Anlagentyp, der Betriebsweise der Anlage und der Flexibilität der Mengenverhältnisse. Eigenschaften der Chargen- und der Sortenproduktion sind in **Tabelle 1** einander gegenübergestellt. Neben diesen idealtypischen Ausprägungen sind in der industriellen Praxis zahlreiche Mischformen anzutreffen.

Aus den dargestellten Eigenschaften leiten sich für die operative Planung unterschiedliche Randbedingungen ab. Im Falle der Chargenproduktion umfasst die Anlagenbelegungsplanung die Ermittlung der Anzahl der Ausführungen und der Chargengrößen der einzelnen Prozessschritte für den vorgegebenen Planungszeitraum sowie die zeitliche Terminierung der Prozessschrittausführungen auf den Apparaten. Bei Sortenproduktion wird jeder Prozessschritt im Planungszeitraum einmalig ausgeführt. Für die auszuführenden Prozessschritte sind die jeweiligen Einsatz- und Ausbringungsmengenverhältnisse sowie die Ausführungszeitintervalle zu bestimmen. Die resultierenden Optimierungsprobleme der Anlagenbelegungsplanung bei Chargen- und bei Sortenproduktion sind von erheblicher Komplexität. Im Falle der Chargenproduktion handelt es sich hierbei um verallgemeinerte Probleme des *Job-Shop-Typs*, während die Planung der Sortenproduktion als verallgemeinertes mehrstufiges Sortenwechselproblem interpretiert werden kann. Gleichzeitig ist durch den Einsatz geeigneter Optimierungsverfahren ein hohes wirtschaftliches Nutzenpotential vorhanden.

Anlagenbelegungsplanung bei Chargenproduktion

Die Chargenproduktion ist vor allem zur auftragsgebundenen Herstellung von Spezialchemikalien weit verbreitet. Sie ist durch eine diskontinuierliche Prozessführung gekennzeichnet, bei der die Produkte den Apparaten ansatzweise zugeführt und entnommen werden. Hierbei werden vorwiegend verfahrenstechnische Mehrzweckanlagen eingesetzt, die sich aus flexibel verbundenen Apparaten und Lagereinrichtungen zusammensetzen (vgl. **Bild 1**).

	Chargenproduktion	Sortenproduktion
Marktbezug	auftragsgebundene Produktion	anonyme Marktproduktion
Prozessführung	diskontinuierlich	kontinuierlich
Prozessdauern in Abhängigkeit der Ausbringungsmenge	(sprung-)fix	proportional
Anlagentyp	Mehrzweckanlagen	Mehrproduktanlagen
Betriebsweise	Mischfahrweise	Kampagnenfahrweise
Verhältnis der Einsatz- und Ausbringungsmengen	starr	flexibel

Tabelle 1: Eigenschaften idealtypischer Chargen- bzw. Sortenproduktion

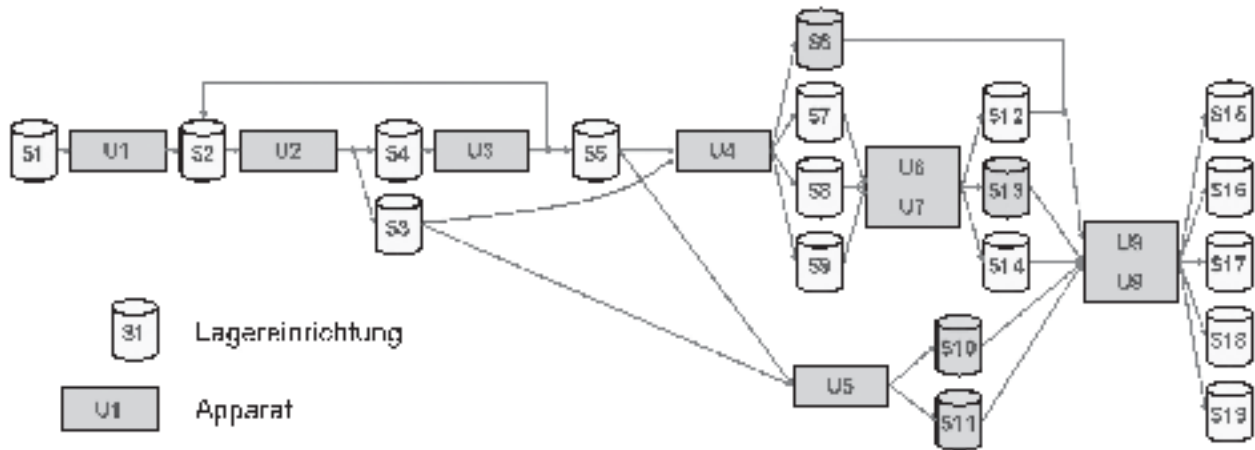


Bild 1: Verfahrenstechnische Mehrzweckanlage

Im Vergleich mit der Fertigungsindustrie sind bei der chemischen Chargenproduktion weitere spezifische Randbedingungen zu beachten, beispielsweise technologisch bedingte untere und obere Schranken für die Chargengrößen der Prozessschritte, reihenfolgeabhängige Reinigungszeiten der Apparate oder die begrenzte Verfügbarkeit von Lagerplatz für Zwischen- und Endprodukte. Aufgrund des kurzen Planungshorizontes, der in der Regel wenige Wochen umfasst, werden bei der Planung insbesondere zeitbezogene Zielgrößen betrachtet. Hierzu zählen beispielsweise die für die Produktion benötigte Zykluszeit und bei auftragsgebundener Produktion die Termintreue in Bezug auf vorgegebene Wunschtermine für die Fertigstellung nachgefragter Produktionsmengen.

Neben dem im nächsten Kapitel skizzierten Dekompositionsansatz sind für die Anlagenbelegungsplanung bei Chargenproduktion Modelle der gemischt-ganzzahligen linearen Programmierung und *Constraint-Programming*-Techniken aus der Literatur bekannt. Ein entscheidender Nachteil dieser Lösungsansätze ist darin zu sehen, dass sie entweder nicht ausreichend generisch sind oder kein Lösungsverfahren existiert, mit dem in hinreichend kurzer Zeit gute zulässige Lösungen für Probleme realistischer Größe und Komplexität berechnet werden können. Dies betrifft insbesondere die Optimierung zeitbezogener Ziele.

Anlagenbelegungsplanung bei Sortenproduktion

In der Prozessindustrie werden für die Sortenproduktion überwiegend Mehrproduktanlagen eingesetzt, auf denen verschiedene Varianten eines Produkttyps hergestellt werden können. Die Sortenproduktion in der Prozessindustrie zeichnet sich durch kontinuierliche Prozessführung aus, bei der den Apparaten stetig

Einsatzstoffe zugeführt und die Ausbringungen den Apparaten mit einer gleichmäßigen Rate entnommen werden. Durch Variation der Prozessbedingungen können in manchen Fällen die Verhältnisse der Einsatz- bzw. der Ausbringungsmengen eines Prozessschritts innerhalb vorgegebener Grenzen variiert werden. Zwischen aufeinander folgenden Ausführungen verschiedener Prozessschritte auf einer Anlage treten typischerweise reihenfolgeabhängige Reinigungszeiten auf. Auch bei Sortenproduktion stehen in der Praxis neben kurzfristigen Erfolgszielen wie der Minimierung der Reinigungs-, Lagerungs- und variablen Produktionskosten häufig zeitbezogene Ziele im Vordergrund.

Obwohl die Sortenproduktion auf Mehrproduktanlagen in der Prozessindustrie aufgrund der fortschreitenden Produktdifferenzierung von erheblicher wirtschaftlicher Bedeutung ist, existieren bislang nur vergleichsweise wenige Arbeiten zu Fragen der Anlagenbelegungsplanung bei kontinuierlicher Prozessführung. In der Literatur sind insbesondere Formulierungen als gemischt-ganzzahlige nichtlineare Programme entwickelt worden. Allen Modellen ist gemein, dass die zugehörigen Optimierungsverfahren aufgrund der erheblichen Modellkomplexität bei praktischen Problemstellungen an ihre Grenzen stoßen.

Zerlegung der Problemstellung

Alternativ zur gemischt-ganzzahligen Programmierung können für die Anlagenbelegungsplanung spezialisierte Verfahren des *Planning* und *Scheduling* eingesetzt werden, die auf die strukturellen Eigenschaften der Problemstellung zugeschnitten sind. Hierzu wird das Planungsproblem hierarchisch in ein Problem der Mengenplanung (*Planning*) und ein Problem der Ablaufplanung (*Scheduling*) gegliedert.

Bei Chargenproduktion besteht das Problem der Mengenplanung darin, für jeden Prozessschritt eine Chargengröße und die Anzahl der Ausführungen so zu bestimmen, dass unter Beachtung der vorgeschriebenen Grenzen für die Chargengrößen auf den Apparaten die Bedarfe gedeckt werden, die verbleibenden Restbestände die Kapazitäten der Lagereinrichtungen nicht überschreiten und die Summe der Prozesszeiten minimiert wird. Die Summe der Prozesszeiten bestimmt den Arbeitsinhalt, der in der sich anschließenden Ablaufplanung auf den Apparaten der Anlage eingeplant werden muss. Im Falle der Sortenproduktion sind für jeden Prozessschritt unter Beachtung der genannten Nebenbedingungen die Ausführungsdauer sowie die Einsatz- und Ausbringungsmengenverhältnisse festzulegen.

Die Ausführung eines Prozessschritts auf einem Apparat mit einer bestimmten Chargengröße bzw. Dauer und festgelegten Mengenverhältnissen wird als eine Operation bezeichnet. Als Ergebnis der Mengenplanung ist bekannt, welche Operationen auf den einzelnen Apparaten ausgeführt werden müssen. Im Rahmen der Ablaufplanung wird für jede Operation der Startzeitpunkt so bestimmt, dass die beschränkte Anzahl der zur Verfügung stehenden Apparate und die Reinigungszeiten zwischen den Operationen beachtet werden und eine Operation erst dann gestartet wird, wenn die Einsatzstoffe in hinreichender Menge vorhanden sind und genügend Lagerkapazität für die entstehenden Ausbringungen frei ist.

Mengenplanung

Im Folgenden soll das Basisproblem der Mengenplanung als nichtlineares Programm formuliert werden. Ein solches Optimierungsproblem kann mit Hilfe von Standardsoftware gelöst werden, wobei der benötigte Rechenaufwand sehr stark von der Gestalt der zugrunde liegenden Nebenbedingungen beeinflusst wird. Wie sich gezeigt hat, erlaubt die spezifische Struktur des Problems der Mengenplanung die exakte Lösung von Problemen praxisrelevanter Größe innerhalb weniger Sekunden auf einem handelsüblichen Personalcomputer.

Wir betrachten zunächst den Fall der **Chargenproduktion**. Sei T die Menge aller Prozessschritte, die auf der betrachteten Anlage in der gegebenen Konfiguration ausgeführt werden können, und sei Π die Menge aller betrachteten Vor-, Zwischen- und Endprodukte π . Die Symbole β_τ und ε_τ bezeichnen die gesuchte Chargengröße und die gesuchte Anzahl der Ausführungen von Schritt τ . Die Chargengröße β_τ muss zwischen einer technisch oder wirtschaftlich bedingten unteren Schranke $\underline{\beta}_\tau$ und einer oberen Schranke $\bar{\beta}_\tau$

(z.B. dem Fassungsvermögen des zugehörigen Apparats) gewählt werden, d.h.,

$$\underline{\beta}_\tau \leq \beta_\tau \leq \bar{\beta}_\tau \quad (\tau \in T) \quad (1)$$

Sei $\alpha_{\tau\pi} > 0$ der Anteil von Produkt π an der Ausbringungsmenge von Schritt τ , und sei $-\alpha_{\tau\pi} \geq 0$ der Anteil von Einsatzstoff an der Einsatzmenge von Schritt τ . Dann ergibt sich die nach der Ausführung aller Prozessschritte verbleibende Menge von Produkt π zu $\sum_{\tau \in T} \alpha_{\tau\pi} \beta_\tau \varepsilon_\tau$. Diese Menge muss ausreichen, um die aus der Kampagnenplanung oder durch Kundenaufträge vorgegebene Bedarfsmenge ρ_π zu decken. Für Zwischenprodukte π ohne eigene Primärbedarfe setzen wir $\rho_\pi := 0$, wodurch sichergestellt wird, dass die von π produzierten Mengen zur Herstellung der benötigten Endproduktmengen ausreichen. Andererseits muss die zur Verfügung stehende Lagerkapazität σ_π für Produkt π ausreichen, um die nach Deckung des Bedarfs an π verbleibende Menge lagern zu können. Bedarfsdeckungs- und Lagerkapazitätsbedingung können gemeinsam formuliert werden als

$$\rho_\pi \leq \sum_{\tau \in T} \alpha_{\tau\pi} \beta_\tau \varepsilon_\tau \leq \rho_\pi + \sigma_\pi \quad (\pi \in \Pi) \quad (2)$$

Bezeichnen wir die gegebene Dauer von Prozessschritt τ mit p_τ , so beträgt die zu minimierende Gesamtdauer aller Operationen $\sum_{\tau \in T} p_\tau \varepsilon_\tau$.

Das Optimierungsproblem (MPC) der Mengenplanung bei Chargenproduktion lautet somit:

$$\begin{aligned} &\text{Minimiere} && \sum_{\tau \in T} p_\tau \varepsilon_\tau \\ &\text{unter den Nebenbedingungen} && \text{I: und (2): (MPC)} \\ &&& \varepsilon_\tau \in \mathbb{Z}^+ \end{aligned}$$

Problem (MPC) stellt ein gemischt-ganzzahliges nichtlineares Programm mit einer linearen Zielfunktion, der linearen Nebenbedingung (1) und der bilinearen Nebenbedingung (2) dar. Bei Vernachlässigung der Ganzzahligkeitsbedingung für die Entscheidungsvariablen ε_τ erhält man als Relaxation ein bilineares Programm, das mittels Techniken der linearen Intervalloptimierung in ein lineares Programm überführt werden kann und mithin effizient lösbar ist. Damit bieten sich für die Lösung von (MPC) klassische Enumerationsverfahren der gemischt-ganzzahligen linearen Programmierung an.

Im Falle der **Sortenproduktion** wird jeder Prozessschritt τ nur einmal ausgeführt, d.h. es gilt $\varepsilon_\tau = 1$ für alle $\tau \in T$. Im Gegenzug sind die Ausführungsdauern p_τ der Prozessschritte und die Mengenverhältnisse $\alpha_{\tau\pi}$ nun Gegenstand der Planung und somit Entscheidungsvariable des Optimierungsproblems. Als zusätzliche Bedingungen sind untere und obere Schranken

$\alpha_{\pi\tau}$ und $\bar{\alpha}_{\pi\tau}$ für die Anteile der Produkte π an den Einsatz- bzw. Ausbringungsmengen zu beachten, d.h.

$$\underline{\alpha}_{\pi\tau} \leq \alpha_{\pi\tau} \leq \bar{\alpha}_{\pi\tau} \quad (\tau \in T, \pi \in \Pi) \quad (3)$$

Ferner müssen die Anteile der Einsatzstoffe bzw. die Anteile der Ausbringungen eines Prozessschrittes in der Summe 100 % ergeben. Bezeichnen wir mit Π_{τ}^{-} und Π_{τ}^{+} die Menge der Einsatzstoffe bzw. Ausbringungen von Prozessschritt τ , so muss demnach gelten:

$$\sum_{\pi \in \Pi_{\tau}^{+}} \alpha_{\pi\tau} = - \sum_{\pi \in \Pi_{\tau}^{-}} \alpha_{\pi\tau} = 1 \quad (\tau \in T) \quad (4)$$

Mit γ_{τ} als der vorgegebenen Produktionsrate von Prozessschritt τ lässt sich die Bedarfsdeckungs- und Kapazitätsbedingung nun formulieren als

$$\rho_{\pi} \leq \sum_{\tau \in T} \alpha_{\pi\tau} \gamma_{\tau} p_{\tau} \leq \rho_{\pi} + \sigma_{\pi} \quad (\pi \in \Pi) \quad (5)$$

Zusammenfassend lautet das Optimierungsproblem (MPS) der Sortenproduktion:

Minimiere

unter den Nebenbedingungen

$$\begin{aligned} \sum_{\pi \in \Pi} p_{\pi} &= 1 \\ \alpha_{\pi\tau} &\geq 0 \end{aligned} \quad (\text{MPS})$$

Im Unterschied zum Problem der Mengenplanung bei Chargenproduktion sind bei der Lösung von Problem (MPS) keine Ganzzahligkeitsbedingungen zu beachten. Da es sich bei (MPS) analog zur stetigen Relaxation von (MPC) um ein bilineares Programm handelt, das in ein lineares Programm überführt werden kann, erfordert die Mengenplanung bei Sortenproduktion nur sehr kurze Rechenzeiten.

Ablaufplanung

Ergebnis der Mengenplanung ist eine Menge von Operationen mit gegebenen Dauern sowie Einsatzstoff- und Ausbringungsmengen. Für jede dieser Operationen muss im Rahmen der Ablaufplanung ein Startzeitpunkt (und aufgrund der Nichtunterbrechbarkeit der Operationen damit gleichzeitig ein Endzeitpunkt) festgelegt werden. Bei der Wahl der Startzeitpunkte ist zu berücksichtigen, dass sich auf einem Apparat zu einem Zeitpunkt höchstens eine Operation in Ausführung befinden kann. Daher muss für jeden Apparat

eine geeignete Reihenfolge der auf ihm ausgeführten Operationen gebildet werden. Ferner müssen zwischen aufeinander folgenden Operationen reihenfolgeabhängige Reinigungszeiten des Apparats vorgesehen werden. Schließlich sind für die Zwischenprodukte Materialverfügbarkeits- und Lagerkapazitätsbedingungen einzuhalten. Bei Chargenproduktion besagen diese Bedingungen, dass zum Startzeitpunkt einer Operation die Einsatzstoffe in der benötigten Menge vorhanden sein müssen und zum Endzeitpunkt der Operation eine ausreichende Lagerkapazität zur Aufnahme der Ausbringungen verfügbar sein muss. Aufgrund der Stetigkeit der Materialflüsse müssen im Falle der Sortenproduktion beide Bedingungen während der gesamten Ausführungszeit der Operation sichergestellt werden.

Zur Lösung des Ablaufplanungsproblems sind in den letzten Jahren verschiedene exakte und heuristische Lösungsverfahren entwickelt worden, die auf Konzepten der ressourcenbeschränkten Projektplanung beruhen (siehe bspw. NEUMANN et al. 2002, 2003). Apparate, Einsatzstoffe und Lagereinrichtungen werden hierbei als verschiedene Ressourcentypen modelliert. Ausgangspunkt der **relaxationsbasierten Verfahren** ist die Vernachlässigung der begrenzten Verfügbarkeit der Ressourcen, wobei mit Hilfe von *Preprocessing*-Techniken bereits notwendige Optimalitätsbedingungen in der Form zeitlicher Mindest- und Höchstabstände zwischen den Startzeitpunkten der Operationen definiert worden sein können. Das resultierende ressourcenrelaxierte Zeitplanungsproblem kann durch Anwendung graphentheoretischer Algorithmen effizient gelöst werden. Der hierdurch ermittelte Ablaufplan wird jedoch in der Regel auf verschiedenen Ressourcen Kapazitätskonflikte bedingen. Diese Kapazitätskonflikte werden dann schrittweise durch die Definition geeigneter Anordnungsbeziehungen zwischen den Operationen aufgehoben, wobei der Ablaufplan in jeder Iteration durch eine erneute Zeitplanung aktualisiert wird (vgl. Bild 2). Durch die Enumeration alternativer Mengen von Anordnungsbezie-

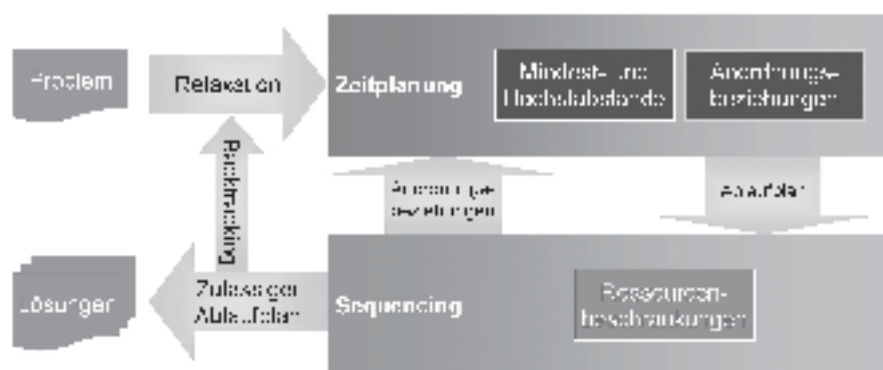


Bild 2: Relaxationsbasiertes Verfahren für die Ablaufplanung

hungen können auf diese Weise unterschiedliche zulässige Ablaufpläne erzeugt werden.

Alternativ können für die Ablaufplanung auch spezialisierte **Prioritätsregelverfahren** eingesetzt werden, die auf die Integration von Materialverfügbarkeits- und Lagerkapazitätsbedingungen zugeschnitten sind (ein solches Verfahren ist z.B. in SCHWINDT, TRAUTMANN 2004 beschrieben). Prioritätsregelverfahren eignen sich aufgrund ihrer kurzen Rechenzeiten besonders für *Online*-Anwendungen der Anlagenbelegungsplanung im Rahmen von CTP-Rechnungen bei der Auftragsannahme oder der Anlagenbelegungsplanung unter Unsicherheit.

Zusammenfassung

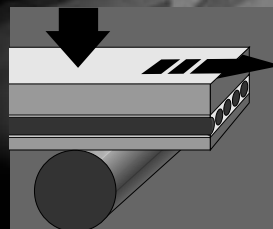
Die Kapitalintensität der verfahrenstechnischen Produktion auf Mehrprodukt- und Mehrzweckanlagen erfordert den Einsatz leistungsfähiger Verfahren für die Ressourceneinsatzplanung. Aufgrund zahlreicher technologischer Besonderheiten können traditionelle Planungsansätze aus dem Bereich der Fertigungsindustrie nicht übertragen werden. In der wissenschaftlichen Literatur sind für die Anlagenbelegungsplanung bei Chargen- und bei Sortenproduktion überwiegend Modelle und Methoden der gemischt-ganzzahligen Programmierung vorgeschlagen worden, die bei Problemstellungen praxisrelevanter Größe und Komplexität jedoch an ihre Grenzen stoßen. Daher bietet sich der Einsatz heuristischer Lösungsverfahren an, die auf einer geeigneten Zerlegung des Planungsproblems beruhen. Die in diesem Beitrag beschriebene Dekomposition in eine Mengen- und eine Ablaufplanung hat sich bei experimentellen Untersuchungen als besonders viel versprechend erwiesen.

Prof. Dr. rer. pol. Christoph Schwindt,
Dipl.-Math. Rafael Fink,
Dipl.-Math. Sascha Herrmann,
Dipl.-Math. Hanno Sagebiel
Institut für Wirtschaftswissenschaft
Abteilung für Betriebswirtschaftslehre, insbesondere
Produktion und Logistik
Julius-Albert-Straße 2
38678 Clausthal-Zellerfeld
Tel.: 05323/72-7610
Fax: 05323/72-7699

ContiTech Fördersysteme Intelligent. Ökonomisch. Zukunftsorientiert.

Innovativ

in Materialtechnologie
und Wirtschaftlichkeit



Energieoptimierte Fördergurte von ContiTech zeigen dank ihrer spezifischen Gummimischung und ihres Gurtbaus einen um bis zu 35% geringeren Eindruck-Rollwiderstand. Sie benötigen weniger Antriebsleistung und reduzieren die Stromkosten von Bandanlagen um bis zu 10%. Die Gurtfestigkeit fällt geringer aus, wodurch weitere Kosten eingespart werden.

Unsere Transportbänder sind wahre Langstreckenläufer. In ihnen stecken die Kompetenzen von ContiTech: gebündeltes Knowhow im globalen Transportgeschäft. Innovative Material- und Fertigungstechnologien führen zu hochwertigen Qualitätsprodukten und damit zu höherer Wirtschaftlichkeit. Z.B. fördern in den Rocky Mountains CONTI® Stahlseilgurte Erze über 34 km von 3400 m auf 2400 m – und mit der neuen Entwicklung von ContiTech, dem Langstreckenfördersystem „ROPECON“, wird beim Bau des Strengener Tunnels am Arlberg in Tirol in 1380 m Höhe Abraum abtransportiert. Laufende Bänder und laufender Service von ContiTech sorgen weltweit für Einsatzsicherheit.

Sprechen Sie uns an: Tel. +49 5551 702-207 oder unter E-Mail: transportbandsysteme@tbs.conti-tech.de



Keep on running

Laufende Bänder.
Laufender Service.

**Keep on running – wherever.
ContiTech**

ContiTech
Transportbandsysteme GmbH
D-50733 Köln
D-37154 Northeim
www.contitech.de/
transportbandsysteme

Continental
CONTITECH

Konfokale Laserscanningmikroskopie als vielseitiges Werkzeug in der Polymerforschung

Arbeitsweise, Anwendungen und Ansätze einer Life Science-Technologie in den Materialwissenschaften

Von Sebastian Seiffert, Arne Langhoff und Wilhelm Oppermann

Die Konfokale Laserscanningmikroskopie ist seit einigen Jahrzehnten als leistungsfähiges Abbildungs- und Messverfahren in den *Life Sciences* etabliert. Viele werden die gestochen scharfen Schnittbilder aus Bereichen der Medizin und Zellbiologie kennen, die – ggf. durch geeignete Anfärbung der Probe hervorgehoben – verschiedene Zelltypen oder Zellorganellen zeigen, in manchen Fällen sogar aufgenommen am lebenden Objekt. Die bildgebenden Möglichkeiten sind dabei meist von zentralem Interesse. **Bilder 1 und 2** zeigen solche Schnittbilder am Beispiel von *convallaria majalis*, dem Maiglöckchen.

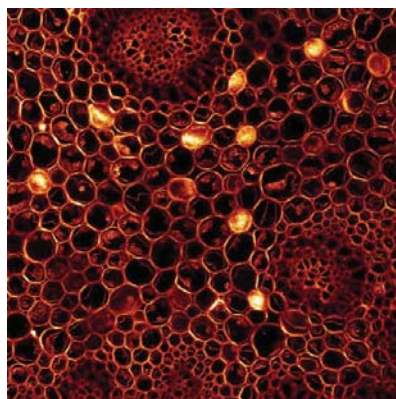


Bild 1: Fluoreszenz-Schnittbild durch den Stengel eines Maiglöckchens. Eine Bildkante entspricht ca. 500 μm (alle Mikroskopaufnahmen wurden am Institut für Physikalische Chemie aufgenommen).

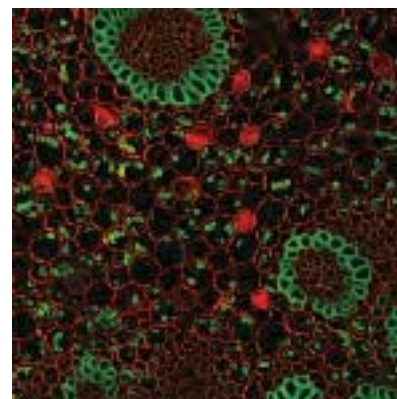


Bild 2: Falschfarbendarstellung unterschiedlich angefarbter Zellgewebetypen. Der Bildausschnitt entspricht Bild 1.

Seit ca. 10 bis 15 Jahren wird die konfokale Laserscanningmikroskopie zunehmend auch im Bereich der Materialwissenschaften eingesetzt, wobei neben der Bildgebung in hohem Maße die Möglichkeiten eines konfokalen Laserscanningmikroskops als quantitatives Messinstrument zum Einsatz kommen.

Bei einem konfokalen Laserscanningmikroskop kommt ein Abbild der Probe dadurch zustande, dass ein stark gebündelter Laserstrahl durch eine hochentwickelte Schwingungsspiegel-Anordnung zeilenweise über das Objekt geführt wird. Ein Rechner setzt die Helligkeitsinformationen des so abgerasterten („gescannten“) Objekts zu einem Schnittbild zusammen, ähnlich wie der Elektronenstrahl im Fernsehbildschirm, der Punkt für Punkt und Zeile für Zeile das Bild aufbaut. Zusätzlich zum Scanner-System erlaubt ein Mikroverstelltisch die Verschiebung des Objekts in der dritten Dimension, so dass ganze Bild-Stapel aufgenommen werden können, die das Objekt räumlich abbilden.

Durch geeignete Filterung kann man dafür sorgen, dass nicht das reflektierte Licht, sondern nur Fluoreszenzlicht von der Probe auf den Detektor gelangt. So lassen sich durch unterschiedliche Anfärbungen oder Eigenfluoreszenzen der Probe verschiedene Regionen, Materialien, Beschaffenheiten oder Umgebungsbedingungen innerhalb des Objekts in einer Falschfarben-Darstellung unterscheiden (vgl. Bild 2).

Seit Anfang des Jahres 2004 nutzt das Institut für Physikalische Chemie ein solches Instrument (**Bild 3**) hauptsächlich zur Untersuchung polymerer Systeme. Die Auflösung des konfokalen Laserscanningmikroskops hängt u. a. von der Wellenlänge des Lichts und vom verwendeten Objektiv ab. Für Abbildungen im Reflexionsmodus und zur Anregung im Fluoreszenzmodus stehen sechs Wellenlängen zwischen 458 nm und 633 nm zur Verfügung. Zusammen mit dem leistungsfähigsten Objektiv erlaubt dies laterale Auflösungen bis gut 150 nm. Die axiale Auflösung ist prinzipbedingt etwas schlechter und liegt beim ca. zwei-



Bild 3: Das konfokale Laserscanningmikroskop am Institut für Physikalische Chemie

bis dreifachen Wert. Die hohe Scangeschwindigkeit ermöglicht die Aufnahme von bis zu ca. fünf Bildern pro Sekunde (abhängig von der Anzahl der Bildpunkte), so dass auch zeitliche Veränderungen in der Probe auf der Sekundenskala erfasst werden können.

Bereits in Ausgabe Nr. 16 von TU Contact wurde darüber berichtet, dass das Institut für Chemische Verfahrenstechnik die konfokale Laserscanningmikroskopie zur Abbildung der Verteilung von Nanoteilchen in mikrometergroßen PMMA-Partikeln nutzt. Einige andere interessante Anwendungen werden im Folgenden vorgestellt.

Am Institut für Technische Chemie werden submikrometergroße SiO_2 -Partikel synthetisch hergestellt und mit einem Fluoreszenzfarbstoff, der auf der Oberfläche der Teilchen adsorbiert, angefärbt. Dadurch lassen sie sich im Fluoreszenzmodus abbilden (**Bild 4**). Bemerkenswert ist dabei die aus-

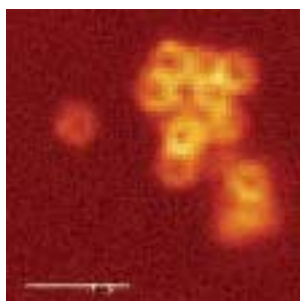


Bild 4: Kugelförmige SiO_2 -Nanopartikel, hergestellt am Institut für Technische Chemie. Die ausgeprägte Gleichförmigkeit erlaubt die Bildung von Kolloidkristallen (vgl. Bild 5).

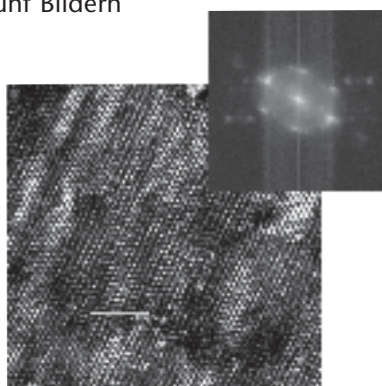


Bild 5: Kolloidkristall aus SiO_2 -Nanopartikeln. Die regelmäßige, hexagonale Anordnung der Partikel wird besonders in der Fouriertransformation des Bildes (Einsatz oben rechts) deutlich.

geprägte Monodispersität der Größenverteilung sowie die nahezu perfekte Kugelform der Einzelpartikel. Diese Partikel tendieren unter geeigneten Bedingungen dazu, sich kristallgitterähnlich anzuordnen. **Bild 5** zeigt einen solchen Kolloidkristall aus etwas kleineren SiO_2 -Partikeln, aufgenommen im Reflexionsmodus. Deutlich sind die einzelnen SiO_2 -Partikel zu erkennen, welche sich lokal in einer regelmäßigen Struktur anordnen. Eine 2D-Fouriertransformation des Bildes (Einsatz oben rechts) lässt die hexagonale Ordnung erkennen.

Die konfokale Laserscanningmikroskopie wird in einer weiteren Zusammenarbeit mit dem Institut für Technische Chemie erstmals verwendet, um den Gehalt eines Pffropfpolymer in einer hydrophoben Membran orts aufgelöst abzubilden. Derartige Membranen, die durch Pffropf-Copolymerisation z. B. zu Protonenleitern gemacht werden, finden u. a. in Brennstoffzellen Einsatz. Hierbei ist es wichtig, dass das Pffropfpolymer die Membran möglichst gleichmäßig durchsetzt, um eine gute Protonenleitung durch die Membran zu ermöglichen. Eine direkte Abbildung des Gehalts an Pffropfpolymer ist bisher nur mit entweder vergleichsweise aufwändigen Methoden durchgeführt worden oder aber mit nur geringer Ortsauflösung.

Mit Hilfe des Laserscanningmikroskops erhält man auf sehr einfache Weise hoch aufgelöste Ortsprofile des Pffropfpolymer-Gehalts. In einer Versuchsreihe wurde Polystyrol auf eine fluorierte Polyethylenmembran (ETFE) gepffropft, die zuvor durch energiereiche Elektronenbestrahlung aktiviert wurde. Durch selektives Anfärben der Polystyrol enthaltenen Bereiche erhält man Schnittbilder der Membranen, die den lokalen Gehalt an Polystyrol wiedergeben (**Bild 6a**). Man erkennt den mit zunehmender Reaktionszeit (von links nach rechts) zunehmenden Gesamtgehalt an Pffropfpolymer. Aus den quantitativ ausgewerteten Ortsprofilen (**Bild 6b**) erhält man Informationen über den Verlauf der Pffropfpolymerisation, die in diesem Fall an der Oberfläche der Membran beginnt. Dort bildet sich zunächst eine dünne

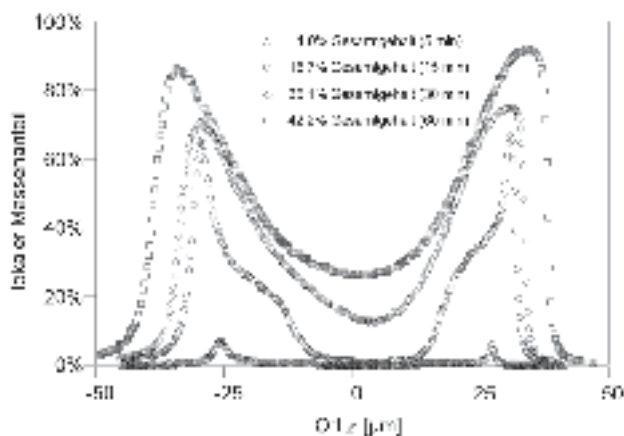
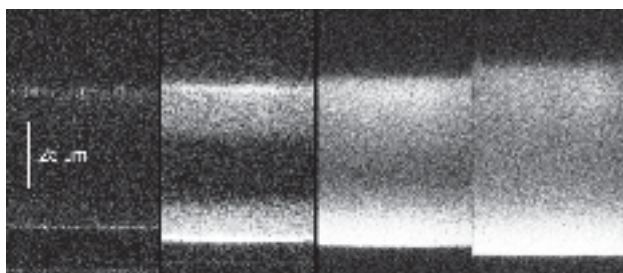


Bild 6: (a) Schnittbilder durch vier fluorierte Polymermembranen, hergestellt am Institut für Technische Chemie, mit (von links nach rechts) zunehmendem Gehalt an Pfp-Copolymer (Polystyrol).
(b) Die zugehörigen Konzentrations-Orts-Profile. Der Pfp-Copolymergehalt nimmt mit zunehmender Reaktionszeit zunächst an den Membranoberflächen, später auch in der Membranmitte zu.

Schicht des Pfp-Copolymers aus. Die Reaktion dringt mit der Zeit nach innen vor und lässt auch im Inneren der Membran einen Copolymergehalt von ca. 30% erreichen, das Profil bleibt jedoch stark inhomogen. Zukünftige Anstrengungen sollen die Reaktionsbedingungen bei der Pfp-Copolymerisation dahingehend optimieren, dass man möglichst homogen durchsetzte Membranen erhält.

Die Kombination von guter zeitlicher und räumlicher Auflösung und die Funktion des Mikroskops als präzises Messinstrument zur Erfassung von Lichtintensitäten führten zur Entwicklung der FRAP-Technik, um die Dynamik von Diffusionsprozessen zu untersuchen; FRAP steht dabei für *Fluorescence Recovery After Photobleaching*. Sie macht sich zunutze, dass die gemessene Fluoreszenzintensität unter gewissen Voraussetzungen der Konzentration des fluoreszierenden Stoffs proportional ist und dass sich Fluoreszenzfarbstoffe i. d. R. durch intensive Bestrahlung irreversibel zerstören („bleichen“) lassen.

Bleicht man durch einen kurzen, intensiven Laserpuls die Fluoreszenz an einer bestimmten Stelle der Probe,

so wird durch diffusiven Austausch mit der Umgebung zerstörter Fluoreszenzfarbstoff durch intakten ersetzt. Dies führt zur Rückkehr der Fluoreszenz am zuvor gebleichten Punkt. Aus den zeitlichen und räumlichen Verläufen der Fluoreszenzintensität in der Umgebung des gebleichten Punkts lassen sich Transporteigenschaften des Farbstoffs bestimmen, wie z. B. der Diffusionskoeffizient. Dies wiederum erlaubt Aussagen über die Umgebung, in der die Diffusion stattfindet.

Am Institut für Physikalische Chemie wird die FRAP-Technik u. a. eingesetzt, um die Diffusionseigenschaften von linearen Polymer-Kettenmolekülen in Polymerlösungen und -netzwerken zu untersuchen. Dazu ist es nötig, dass die diffundierenden Polymerketten fluoreszieren. Zu diesem Zweck werden sie zu einem geringen Grad (um ihre Diffusionseigenschaften dadurch so wenig wie möglich zu verändern) mit einem geeigneten Fluoreszenzfarbstoff markiert, indem der Farbstoff chemisch an die Polymerketten gebunden wird.

Bild 7a zeigt vier Bilder einer Sequenz aus einem FRAP-Experiment, bei denen in eine zunächst homogen fluoreszierende Probe (erstes Bild der Serie) ein Punkt gebleicht wurde. Die folgenden drei Bilder zei-

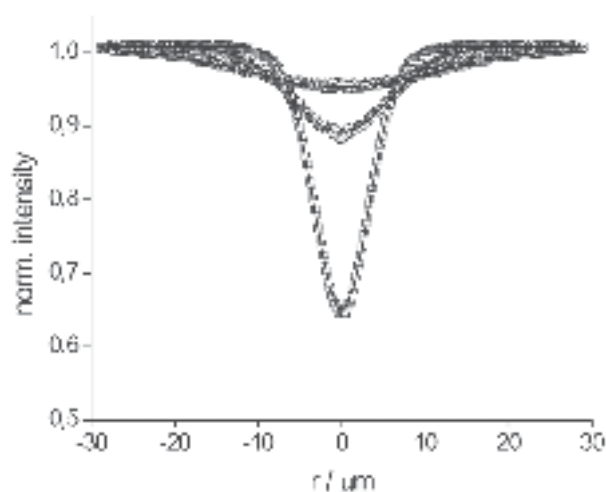


Bild 7: (a) Bildsequenz eines FRAP-Experiments. Das linke Bild zeigt die homogen fluoreszierende Probe vor dem Bleichen, die weitere Bildfolge zeigt das Bleichmuster und sein Verschwinden bzw. die Wiederkehr der Fluoreszenz am Bleichort mit der Zeit.
(b) die zugehörigen Intensitäts-Orts-Profile.

gen, wie der Farbstoff aus der Umgebung mit der Zeit nachdiffundiert und wie sich das Bleichmuster in die Umgebung ausbreitet und abschwächt. Die aus den Bildern ermittelten Intensitätsprofile zeigt **Bild 7b**.

Eine weitere elegante Technik, die die Bestimmung von Diffusionskoeffizienten über einen sehr weiten Wertebereich erlaubt, ist die Fluoreszenz-Korrelations-Spektroskopie (FCS). Bei dieser Methode wird nur die konfokale Optik des Mikroskops benutzt, nicht aber der Scanner. Der auf einen ruhenden Punkt in der Probe fokussierte Laserstrahl regt farbstoffmarkierte Polymermoleküle zur Fluoreszenz an. Ein hochempfindlicher Detektor registriert die dabei emittierten Photonen.

Zum Detektor gelangen allerdings nur die Photonen von Molekülen, welche sich im „konfokalen Volumen“ befinden. Da das konfokale Volumen durch die optische Auflösung des Mikroskops bestimmt wird und kleiner als ein Femtoliter ($< 10^{-15}$ L) ist, befinden sich bei hinreichender Verdünnung nur wenige Farbstoffmoleküle gleichzeitig darin – im zeitlichen Mittel möglichst nur ein einziges. Durch Diffusion (Brownsche Molekularbewegung) verlässt von Zeit zu Zeit ein Molekül dieses Volumen oder es diffundiert eines hinein. Dies führt zu messbaren zeitlichen Schwankungen der registrierten Fluoreszenzintensität. Aus der Autokorrelationsfunktion der Fluoreszenzintensität als Funktion der Zeit lässt sich bei Kenntnis des konfokalen Volumens dann der Diffusionskoeffizient der Moleküle bestimmen. **Bild 8** zeigt typische Autokorrelationsfunktionen, die aus FCS-Messungen an unterschiedlich konzentrierten, fluoreszenzmar-

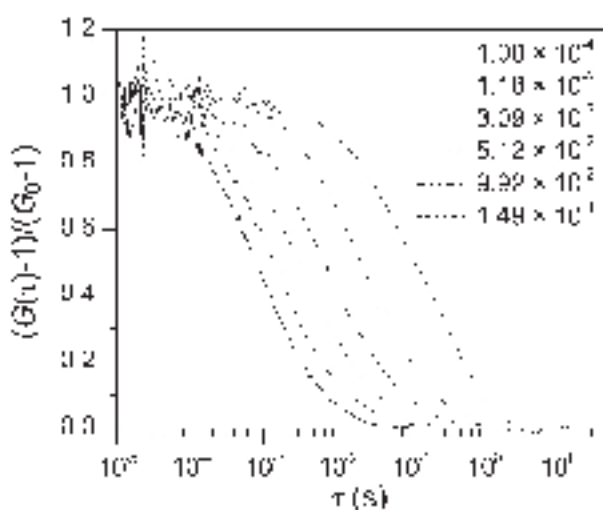


Bild 8: Typische Autokorrelationskurven aus einer FCS-Messung (durchgeführt von R. Liu, Institut für Physikalische Chemie) an fluoreszenzmarkierten Polystyrolmolekülen in Polystyrolösungen unterschiedlicher Konzentrationen (angegeben in g/mL).

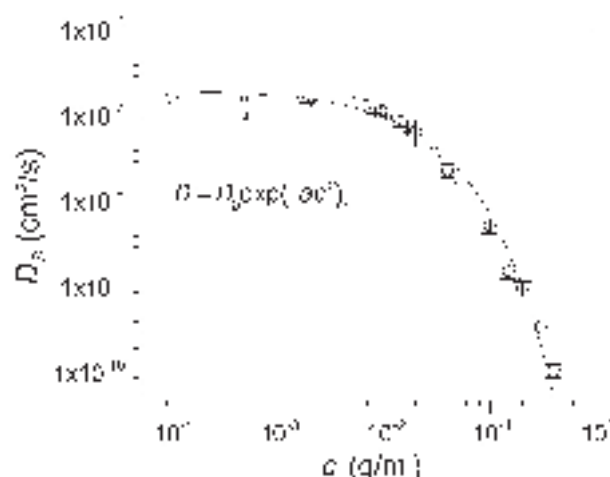


Bild 9: Aus den Korrelationskurven (**Bild 8**) erhaltene (Selbst-) Diffusionskoeffizienten von Polystyrol in Abhängigkeit von der Konzentration. Mit zunehmender Konzentration nimmt der Diffusionskoeffizient überproportional ab, wie von verschiedenen theoretischen Modellen vorhergesagt wird.

kierten Polystyrolösungen erhalten wurden. Die Wendepunkte entsprechen charakteristischen Zeiten, die die markierten Polymermoleküle im Mittel benötigen, um durch das konfokale Volumen zu diffundieren. Die daraus bestimmten Diffusionskoeffizienten sind als Funktion der Polymerkonzentration in **Bild 9** aufgetragen.

Anhand solcher Untersuchungen werden z. B. theoretische Transportmodelle für Polymermoleküle in unterschiedlichen Umgebungsbedingungen überprüft. Interessiert man sich weniger für die Theorie der Diffusionsprozesse, so kann man zur Klärung anwendungsnahe Fragestellungen die fluoreszierenden Moleküle auch als „Messsonde“ zur Untersuchung ihrer unmittelbaren Umgebung betrachten. Polymere Materialproben lassen sich so beispielsweise hinsichtlich ihrer Vernetzung, lokaler Viskositäten oder, dank der Ortsauflösung des Mikroskops, z. B. auf Inhomogenitäten hin untersuchen.

Dipl.-Chem. Sebastian Seiffert

Dr. Arne Langhoff

Prof. Dr. Wilhelm Oppermann

Institut für Physikalische Chemie

Arnold-Sommerfeld-Straße 4

38678 Clausthal-Zellerfeld

Tel.: 05323/72-3642 (Seiffert)

05323/72-2527 (Langhoff)

05323/72-2205 (Oppermann)

Fax: 05323/72-2863

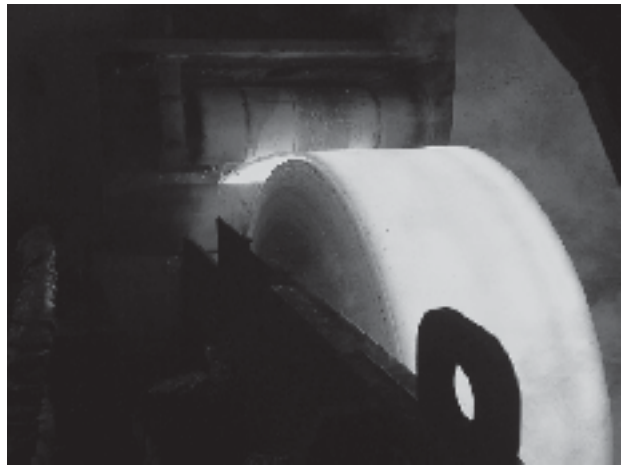
E-Mail: sebastian.seiffert@tu-clausthal.de

arne.langhoff@tu-clausthal.de

wilhelm.oppermann@tu-clausthal.de

TU-Clausthal und die Salzgitter AG: Partner für Stahlinnovationen

Es ist kein Widerspruch: Stahl ist einer der traditionellsten Konstruktionswerkstoffe und verliert auch in Zukunft keineswegs an Bedeutung. Im Gegenteil: Durch kontinuierliche Innovation von Prozessen und Produkten können mit Stahl immer neue Aufgaben gelöst werden. Als Vorreiter für den Markt setzen beispielsweise Automobilbauer neue Bleche ein, die gleichzeitig besser formbar sind und mit gleichem Materialeinsatz größere Kräfte aufnehmen können. Die Vorteile sind vielfältig: Bauteile, die früher aus mehreren Einzelteilen gefertigt wurden, können aus einem Blech geformt werden. Gleichzeitig können die Komponenten aufgrund der größeren Festigkeit sowohl stabiler als auch leichter gebaut werden. Im Automobilsektor ermöglicht dies die Senkung des Fahrzeuggewichtes und damit des Kraftstoffverbrauchs, die Erhöhung der Insassensicherheit und nicht zuletzt Kosteneinsparungen.



Coilen des Stahles an der Bandgießanlage in Clausthal

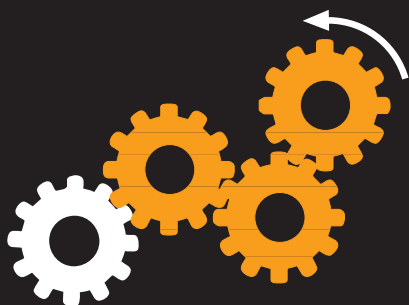
Die Salzgitter Gruppe umfasst weit mehr als 80 nationale und internationale Tochter- und Beteiligungsgesellschaften. Sie gehört mit gut 17.000 Mitarbeitern und mehr als 8 Millionen Tonnen Rohstahlproduktion im Jahr zu den führenden Stahltechnologie-Konzernen Europas. In den Bereichen Profil- und Flachstahl gehört der Konzern zu den Top 5 in Europa und nimmt im Bereich Röhren eine führende Position in der Welt ein. Diese Position spiegelt sich auch im Anspruch der Gruppe an die eigene Innovationsfähigkeit wider.

Um die Stellung des Werkstoffes Stahl nachhaltig zu sichern, setzen die Unternehmen der Salzgitter-Gruppe insbesondere auch auf die Kooperation mit Universitäten und öffentlichen Forschungseinrichtungen. Die TU Clausthal gehört dabei zur ersten Wahl. Die Kooperation beginnt bei der Ausbildung des akademischen Nachwuchses. So haben nicht nur zahlreiche Ingenieure und Physiker zur Salzgitter AG gefunden, sondern es sind auch Kompetenzträger der Salzgitter Gruppe in die Lehre der TU eingebunden. In gemeinsamen Projekten wird Forschung zu den Prozessen der Stahlherstellung und zur Entwicklung neuer Stahlprodukte durchgeführt.

Geht es um die Stahlherstellung, so ist der Hochofenprozess trotz alternativer Entwicklungen wie Direktreduktionsverfahren nach wie vor der zentrale Prozess. Obwohl das Prinzip unverändert ist, ist ein heutiger Hochofen mit der Technik wie sie etwa vor 50 Jahren genutzt wurde, nicht mehr zu vergleichen. Dabei basieren die Fortschritte vor allem auf dem verbesserten Verständnis der Vorgänge im Hochofen. So kann auch heute noch grundlegende Forschung beispielsweise die Ressourceneffizienz des Hochofens verbessern. Dazu werden Untersuchungen an den Hochöfen der Salzgitter AG und in den Laboren der TU Clausthal durchgeführt. Um die unterschiedlichen Aspekte der komplexen Vorgänge im Hochofen zu beschreiben, arbeiten hier Ingenieure und Forscher des Hochofenbetriebes, der Forschungsgesellschaft SZMF, sowie der Institute für Metallurgie (IMET) und für Anorganische und Analytische Chemie (IAAC) zusammen.

Neue und verbesserte Stähle werden gemeinsam mit den Forschern des Instituts für Metallurgie (IMET) und des Instituts für Werkstoffkunde und Werkstofftechnik (IWW) der TU Clausthal entwickelt. Die hoch-manganhaltigen HSD®-Werkstoffe mit TRIP und TWIP Eigenschaften bedeuten dabei einen Quantensprung in den Eigenschaften von Stahlwerkstoffen. Für den Markterfolg der neuen Stähle reicht es nicht aus, allein die optimale Komposition des Stahls zu bestimmen. Es müssen auch Herstellungsprozesse und Verarbeitungsverfahren angepasst oder gar neu entwickelt werden. Um alle Aspekte im Zusammenspiel zu optimieren stehen interdisziplinäre Forscherteams der TU wie der Salzgitter AG in engem Austausch und Diskussion. Im Fall der HSD®-Stähle geht die Kooperation so weit, dass für die Entwicklung von geeigneten Herstellungswegen für diese Stähle, eine Bandgießanlage am Standort Clausthal gemeinsam betrieben wird. Die neue Gießtechnik hat nicht nur technologische Vorteile, die das horizontale Vergießen hochlegierter Stähle ermöglichen, sondern kann auch Ressourcen sparen. So wird dieser konsequente Weg von der Bramme, über die Dünnbramme zu noch dünneren Gießdicken auch gerne als "3rd Millenium Process" bezeichnet (Bild).

Für die Salzgitter Gruppe ist klar: die Kooperation mit Hochschulen und insbesondere der benachbarten TU Clausthal sichert nicht nur die eigene Zukunft durch Innovationen, sondern garantiert auch durch die geschaffene Praxisnähe der Hochschulen die langfristige Wahrung der Kompetenz, die für die Herstellung von Stahl in Deutschland benötigt wird.



Haben Sie den richtigen Dreh?
In welche Richtung dreht sich das
weiße Rad, wenn sich das obere
Rad in Pfeilrichtung drehen soll?

Kennen Sie die Richtung?

Diplom-Ingenieure (m/w)

- Maschinenbau
- Werkstoffwissenschaften
- Metallurgie
- Verfahrenstechnik
- Informatik / Informationstechnik

Für Trainees läuft alles nach Programm:

Nach Ihrem Studium bereiten wir Sie während eines 12-monatigen Traineeprogramms individuell auf kommende Fach- und Führungsaufgaben vor!

Bei Direkteinsteigern kommt die Karriere in Bewegung:

Sie wissen bereits genau, was Sie wollen? Dann wachsen Sie bei uns step by step in verantwortungsvolle Positionen hinein.

Bei Diplomarbeiten, Praktika und Studienarbeiten dreht sich alles um Ihre Zukunft:

Sie wollen Theorie und Praxis miteinander verbinden? Wir unterstützen Sie gerne und ermöglichen Ihnen, Erfahrungen für das spätere Berufsleben zu sammeln. Dabei können Sie uns gleichzeitig von Ihren Fähigkeiten und Ihrer Persönlichkeit überzeugen.

Der Einstieg in den Salzgitter Konzern könnte auch die Drehscheibe für Ihre Karriere bedeuten.

Die Salzgitter AG ist mit über 80 nationalen und internationalen Tochter- und Beteiligungsgesellschaften ein weltweit agierender Stahltechnologie-Konzern.

Unsere Kernaktivitäten bündeln wir in den Unternehmensbereichen Stahl, Handel, Dienstleistungen und Röhren. Über 17.000 Mitarbeiter/innen verbinden ihre Zukunft schon heute mit dem Salzgitter Konzern.

Besuchen Sie auch unsere Homepage www.salzgitter-ag.de und senden Sie Ihre Bewerbungsunterlagen an die unten stehende Adresse:

Salzgitter AG
Stahl und Technologie
Abteilung Führungskräfte
Eisenhüttenstr. 99, 38239 Salzgitter
karriere@salzgitter-ag.de
www.salzgitter-ag.de



China setzt auf Kompetenz der TU Clausthal

Die TU Clausthal hat mit der China National Nuclear Corporation (CNNC) ein Kooperationsabkommen zur Erkundung von Endlagern für radioaktiven Abfall aus Atomkraftwerken im Mai unterzeichnet. Der niedersächsische Ministerpräsident Christian Wulff sagte im Rahmen der Vertragsunterzeichnung, dass die TU Clausthal eine Spitzenuniversität in Niedersachsen sei. Wulff zeigte sich von den internationalen Kontakten der TU mit einem eigenen Beauftragten für China Kooperationen beeindruckt und sprach davon, dass offenbar ein „Clausthal-Wissenschafts-Festival“ stattgefunden habe.



International Students House in Daqing in China

Der Präsident der TU Clausthal Professor Edmund Brandt begleitete den niedersächsischen Ministerpräsidenten Christian Wulff auf seiner Reise nach China. Bei einem Workshop zum Thema „Rahmenbedingungen und Stand der Forschung von radioaktiven Abfallstoffen in China und Deutschland“ stieß die Kompetenz der TU Clausthal auf großes Interesse. „Es geht darum, das auch in China immer größer werdende Problem von radioaktivem Abfall zu bewältigen“, so Brandt. „Hier kann die TU Clausthal mit ihrer vierzigjährigen Erfahrung auf dem Gebiet Endlagerforschung helfen.“ Die CNNC wünsche sich neben der Forschungskooperation eine Zusammenarbeit im Rahmen eines Masterstudiengangs, berichtete Dr.-Ing. Zhengmeng Hou von der TU Clausthal aus China. Der Präsident der TU Clausthal Professor Edmund Brandt kündigte an, dass eine Stiftungsprofessur zur Endlagerforschung eingerichtet und der Schwerpunkt Energieforschung mit einem neuen Institut ausgebaut werde.



Der Präsident der TU Clausthal Prof. E. Brandt und Ministerpräsident Ch. Wulff in Peking

Die TU Clausthal verstärkt ihre Zusammenarbeit mit chinesischen Universitäten auf Forschungs- und auf Lehrebene. Neben dem Kooperationsvertrag zur Endlagerforschung hat die Hochschule mehrere Verträge mit Eliteuniversitäten in China unterzeichnet. Mit den Universitäten in Huazhong und in Sichuan, mit der China Agricultural University und mit dem Daqing Petroleum Institute wurden Austauschprogramme im „2+2“ Bachelorstudiengang und im „1+2“ Masterstudiengang Geoenvironmental Engineering vereinbart. Die Teilnehmer des Programms absolvieren nach einer strengen Eingangsprüfung im Bachelorstudiengang zwei, im Masterstudiengang ein Semester an ihrer Heimatuniversität und kommen dann für weitere zwei Semester an die TU Clausthal. Der Präsident der TU Clausthal erklärte, dass neben Studentenaustauschprogrammen Ausbildungskonzepte im Bereich E-Learning und berufliche Weiterbildung in der Zusammenarbeit mit China entwickelt werden.



Prof. E. Brandt in Chendu

China im Kurzportrait

Die Volksrepublik China ist das drittgrößte Land der Erde. Die rund 1,3 Milliarden Einwohner leben auf einer Fläche von 9,6 Millionen Quadratkilometern. Die Landbevölkerung macht einen Anteil von etwa 60 Prozent aus. Die Landschaft in China ist sehr vielfältig und wechselt zwischen Gebirgen, Hochebene und Hügellandschaften ab. Etwa 5400 Inseln gehören zu chinesischem Hoheitsgebiet und sieben der 19 weltweit höchsten Berge über 7000 Metern liegen in China. Der Yangtse ist mit 6300 Kilometern der drittlängste Fluss nach dem Nil und dem Amazonas.

China hat sich von einem Entwicklungsland hinter dem „Eisernen Vorhang“ zu einer aufstrebenden Industriegesellschaft entwickelt. Es verfügt derzeit über ein Handelsvolumen von 1100 Milliarden US-Dollar. 2004 ist China endgültig auf den dritten Platz der größten Handelsnationen der Welt vorgeückt. Mit einem durchschnittlichen Pro-Kopf-Einkommen von knapp über 1.000 USD bleibt es aber auch das weltgrößte Entwicklungsland. Gehandelt

wird mit Renminbi Yuan (RMB), dessen Wechselkurs bei 10 RMB zu einem Euro liegt. Im Jahr 2004 haben ausländische Unternehmen etwa 61 Milliarden US-Dollar in das Land investiert.

Den riesigen Energiebedarf decken zurzeit noch überwiegend Kohlekraftwerke. In naher Zukunft werden jedoch hunderte Atomkraftwerke entstehen, um den wachsenden Energiehunger zu stillen. An dieser Stelle ist Fachwissen aus Deutschland, genau genommen von Experten der TU Clausthal gefragt. Schloss doch die Technische Universität Clausthal erst vor wenigen Wochen einen umfassenden Kooperationsvertrag zur Endlagerstättenforschung für die verbrauchten Brennstäbe aus Atomkraftwerken ab. Die wichtigsten Exportgüter Chinas sind Maschinen, elektronische Produkte sowie Textilien. Den Import von ca 560 Milliarden US-Dollar dominieren Maschinen, mineralische und chemische Produkte sowie Metalle und Textilien.

China ist maximal

Die Universitäten in China haben Dimensionen, die in Deutschland kaum vorstellbar sind. Ob es um die Anzahl der Universitäten mit etwa 1700, die Campus-Quadratmeterfläche, um Studentenzahlen von durchschnittlich 50000 pro Universität oder um Forschungsgelder geht. In jeder Hinsicht ist China maximal. Das Land ist faszinierend und beeindruckend und sechs unter den Top 50 Universitäten sind Partner der TU Clausthal.

Angesichts der Bedeutung der chinesischen Wirtschaft ist der Austausch auf wissenschaftlicher und kultureller Ebene besonders wichtig. Wirtschaftliche Beziehungen laufen über Menschen und die sollten sich für eine erfolgreiche Zusammenarbeit kennen. Insofern sind Absolventen mit Erfahrungen in beiden Kulturen auf dem Arbeitsmarkt sehr gefragt.

Die Kooperation zwischen China und der TU Clausthal hat Tradition und läuft sowohl in der Forschung als auch in der Lehre. Bereits vor mehr als zwanzig Jahren ging die TU eine Kooperation mit der Universität Fuxin ein. Seither sind pro Jahr mehr als fünf deut-

sche Studenten und Doktoranden der TU zum Austausch nach China gereist. Derzeit studieren etwa 500 chinesische Studenten in Clausthal.

Partner-Universität Tongji

Mehr als 41000 Studenten, rund 2400 ordentliche und außerordentliche Professoren, 81 Bachelor- und 141 Masterstudiengänge und der Präsident hat an der TU Clausthal promoviert, das sind die Kennzahlen der Tongji Universität, die eine der Partneruniversitäten der TU Clausthal in China ist.

Sie belegt etwa Platz 15 auf der Rangliste der Universitäten in China und gehört zu den 33 Elitehochschulen des Landes. Der Tongji Universität sind zurzeit 18 Kollegs untergeordnet, die von Bauingenieurwesen, städtischer Planung, Umwelt und Maschinenbau bis hin zu den Bereichen Automobil, Schienenverkehr, EDV, Materie, Wirtschaftsmanagement, Jura, Philosophie, Medien und Kunst sowie Medizin und Lebenswissenschaft reichen.



Shanghai

Bekannt ist die Universität in der größten chinesischen Stadt Shanghai für ihre lange deutsche Tradition. Ein Drittel aller Dozenten studierte oder promovierte in Deutschland. Ein Clausthaler Alumni ist in

Tongji besonders bekannt. Von 1985 bis 1990 promovierte der heutige Präsident der Tongji Universität nach seinem Maschinenbaustudium in China am Institut für Maschinenwesen der TU Clausthal bei Professor Peter Dietz. Im Anschluss daran arbeitete der Experte für Fahrzeugtechnik bis 2000 bei Audi und begleitete mehr als 15 Modelle. Seine Beziehungen zu Deutschland sind ausgezeichnet. Professor Wan Gang ist Mitglied des Aufsichtsrats von Thyssen Krupp. „Ich habe fünfzehn Jahre lang in Deutschland studiert und gearbeitet. Dort habe ich die Umwandlung von einer traditionellen Wirtschaft zur nachhaltigen Wirtschaft miterlebt. China kann meines Erachtens bei seiner künftigen Entwicklung viel von den deutschen Erfahrungen profitieren. So bin ich mit meinen Kenntnissen zurückgekehrt in der Hoffnung, dass unser Land einen neuartigen Weg bei der Industrialisierung gehen und damit einen Sprung zur nachhaltigen Entwicklung machen kann. Das ist ein Traum von mir“, fasst der bekannte Clausthaler Absolvent zusammen. In China leitete er eines der wichtigsten Forschungsprojekte mit einem Budget von 50 Millionen Euro auf dem Gebiet der Brennstoffzellentechnologie. Beim internationalen Wettbewerb für umweltfreundliche Kraftfahrzeuge „Michelin Challenge Bibendum 2004“ in Shanghai gewann kürzlich das von China entwickelte Brennstoffzellenauto vom Typ „Chaoyue 2“ in allen fünf Disziplinen.

Für weitere Informationen wenden Sie sich bitte an Dr.-Ing. Michael Z. Hou an der TU Clausthal, E-Mail: zhengmeng.hou@tu-clausthal.de

Austausch auf höchstem Level

TU-Partneruniversität Sichuan

Die Sichuan University in China zählt zu den Top-10 von über 1700 Universitäten in China. Ein erstklassiger Partner für die Technische Universität Clausthal. 32 von rund 70.000 Studenten der Elitehochschule werden im kommenden Wintersemester für zwei Jahre an der TU Clausthal Geoenvironmental Engineering im 2+2-Austauschprogramm studieren.

Das Programm sieht vor, dass Studierende zunächst zwei Jahre an der Heimatuniversität und im Anschluss zwei Jahre an der Partneruniversität studieren. Für die chinesischen Studenten bedeutet das im ersten Jahr 25 Stunden pro Woche Deutschunterricht und wöchentlich 15 Stunden Fachvorlesungen.)

Der Präsident der TU Professor Edmund Brandt hatte sich bei seinem Besuch in China im Frühjahr von der Leistungsfähigkeit und Sprachkompetenz der Studenten persönlich überzeugt. In Anerkennung der guten Zusammenarbeit mit der Sichuan University erhielt er als Zweiter in diesem Jahr von der Sichuan University den Titel eines Ehrenprofessor/e.h. Dr. habil. Michael Zhengmeng Hou hatte den TU Präsidenten begleitet. Mit der Ernennung zum „Lecturing Professorship“ der Sichuan University nahm er sogar Deutschprüfungen im Einzelinterview und Fahrprüfungen der Austauschkandidaten ab.


Die Studenten der Sichuan University in Chendu studieren an einer von 38 „Key“ wie Schlüssel-Universi-

täten in China. Die Universität erhält in einem Eliteförderprogramm mit dem Titel „985 Projekt“ seit 1998 etwa die zehnfache Fördersumme im Vergleich zu 100 anderen Eliteuniversitäten im „211 Projekt“, das bereits Anfang der neunziger Jahre gestartet wurde. Die Sichuan University untersteht direkt dem Bildungsministerium und ihre Wissenschaftler bearbeiten mehrere Projekte auf nationaler Ebene, die in China als besonders wichtig eingestuft werden. Der Etat für Naturwissenschaften, Ingenieurwesen und Medizin lag im Jahr 2002 bei etwa 25 Millionen Euro. Die Sichuan University bietet mit 100 Bachelor- und etwa 180 Masterstudiengängen das größte Fächeran-

gebot in Westchina an und ist als Elitehochschule eine höchst interessante Austauschuniversität für Studierende der TU Clausthal.

Die Präsidenten der TU Clausthal und der Sichuan University vereinbarten, die bestehenden Kooperationen über den Austausch von Studierenden hinaus auf gemeinsame Forschungsprojekte auszuweiten. Schwerpunkte der Zusammenarbeit werden sein die Bereiche Energiewissenschaft, Endlagerstättenforschung und Energie- und Umweltrecht. Sogar ein gemeinsames Institut in China ist auf diesem Gebiet denkbar.

TUC kooperiert mit Universität, Forschungseinrichtung und Erdölindustrie in Libyen

 Die Al Fateh Universität Tripolis, die National Oil Corporation Libyen, das Petroleum Research Center und die Technische Universität Clausthal beabsichtigen in Ausbildung, Forschung und Entwicklung zu kooperieren. Dies ist das Ergebnis von Verhandlungen einer Delegation des Instituts für Erdöl- und Erdgastechnik (ITE) der TU Clausthal in Tripolis.

Die Zusammenarbeit erfolgt vor dem Hintergrund, dass Libyen seine Erdöl- und Erdgasproduktion deutlich steigern und größter Produzent Afrikas werden will, so Dr. Kurt M. Reinicke. Der Präsident der TU Clausthal, Professor Edmund Brandt, sagte dazu, dass die TU Clausthal sich international Partner suchen werde, die ihrem zukunftsgerichteten Profil entsprechen. Mit dem Schwerpunkt Energie und Wirtschaft seien besonders Projekte in Ländern des Mittleren und Nahen Osten, in China und in Osteuropa von Interesse. Die internationalen Kontakte der Universität zu verdichten, sei eines der wichtigsten Ziele der nächsten Jahre, so der Präsident.

Grundlage für die Zusammenarbeit in Libyen sei die Umstellung der Ausbildung am ITE auf internationale, englischsprachige Bachelor- und Masterstudiengänge, erklärte Dr. Reinicke. Die Hochschule plane, den qualitativ hochwertigen Masterstudiengang Petroleum Engineering an der TU Clausthal in Kooperation mit allen Institutionen sowie mit der Öl- und Erdgasindustrie anzubieten. Beabsichtigt ist ein Austausch von Studenten sowie eine gegenseitige Unterstützung in Lehre und Forschung.

Das Studium als Duales Studium durchzuführen, ermöglicht den Studenten Gruppenprojekte sowie ihre Abschlussarbeiten über reale Industrieprobleme anzufertigen.

Im Dualen System fördert die Industrie geeignete Studenten, die in der vorlesungsfreien Zeit Erfahrung in Industrieprojekten sammeln. Für den Studienbeginn im WS 2005/2006 liegen bereits 46 Bewerbungen für 30 Plätze im Studiengang Petroleum Engineering an der TU Clausthal vor. Bis zum Ende der Bewerbungsfrist am 15. Juli werden mehr als 100 Bewerber für den Studiengang erwartet, so Dr. Kurt M. Reinicke vom ITE.

Internationale Erdölforschung

TU kooperiert mit Erdöluniversitäten in Stavanger und Edinburgh

Nach erfolgreichen Verhandlungen des Instituts für Erdöl- und Erdgastechnik unterzeichnete der Vizepräsident für Forschung und Entwicklung Professor Hans Peter Beck im August eine Kooperationsvereinbarung mit der Universität Stavanger in Norwegen. Die Vereinbarung ist ein weiterer Schritt, um ein Netzwerk mit international anerkannten Universitäten im Bereich der Erdöl- und Erdgasforschung zu knüpfen. Dazu hatte die TU Clausthal erst kürzlich einen Kooperationsvertrag mit der Heriot Watt University im schottischen Edinburgh abgeschlossen. Die Bündelung der Kompetenzen der Universitäten im Bereich der Forschung schafft die Voraussetzung, größere Vorhaben gemeinsam anzugehen.

Mit der Kooperation zwischen der TU Clausthal und der Universität Stavanger vereinbarten die Hochschulen, Studenten und Lehrveranstaltungen auszutau-

schen sowie gemeinsame Forschungsprojekte durchzuführen.

Studierende des Masterstudienganges Petroleum Engineering können so für das verpflichtende Auslandssemester unbürokratisch in Stavanger studieren und sich dort erreichte Studienleistungen in Clausthal anrechnen lassen. Im Gegenzug besteht für Studierende der Universität Stavanger die Möglichkeit, am Unterricht in Clausthal teilzunehmen sowie sich an Forschungsvorhaben zu beteiligen. Multimediale Vorlesungen, die via Internet an die jeweilige Partneruniversität übertragen werden, sollen das Studienangebot an beiden Universitäten bereichern. Zudem werden in gemeinsamen Gruppenprojekten Fragestellungen aus der Industrie im Wettbewerb bearbeitet.

Energie- und Umweltwissenschaft in Europa vernetzen

TU schließt Kooperationsvertrag mit der Universität Malta

Energieerzeugung, Trinkwasseraufbereitung und Abfallentsorgung sind Forschungsgebiete, in denen die TU Clausthal, die Universität Oldenburg und die Universität Malta in Zukunft enger zusammenarbeiten werden.

Mit dem im Juni abgeschlossenen Kooperationsvertrag mit der Universität Malta verstärkt die TU Clausthal ihre internationalen Kontakte. So wird den langjährigen Beziehungen zwischen dem Institut für Metallurgie und Materialwissenschaft der Uni Malta und dem Clausthaler Institut für Werkstoff-



Malta

kunde ein übergeordneter Rahmen gegeben. Parallel dazu hat die Universität Oldenburg mit der maltesischen Universität einen entsprechenden Vertrag abgeschlossen.

Es ist geplant, in den Bereichen der Energie- und Umweltforschung enger zusammenzuarbeiten. Im Rahmen dieser Kooperation soll ein deutsch-maltesisches Institut für Umwelt- und Energieforschung gegründet werden. „Erfreulich ist, dass mit dieser Kooperation sowohl der Brückenschlag zu wichtigen Unternehmen im Bereich der Energie- und Umweltwirtschaft gelingt als auch die Bündelung der Kom-

petenzen im Rahmen des Hochschulstandortes Niedersachsen. Die Universitäten Clausthal und Oldenburg ergänzen sich in dieser Partnerschaft hervorragend.“, sagte Professor Heins, der Honorarprofessor der TU Clausthal ist und einen Lehrauftrag an der Universität Oldenburg hat.

Damit erhält die TU Clausthal auf dem Gebiet Energiewissenschaft ein weiteres international verankertes Standbein, das zur Profilbildung in der niedersächsischen Universitätslandschaft beiträgt. Langfristig ist geplant, ein internationales Institut für eine nachhaltige Entwicklung in der Mittelmeerregion aufzubauen, an dem Partner aus ganz Europa beteiligt sind.

Eine engere Zusammenarbeit zwischen maltesischen und ausländischen Wissenschaftlern hatte die UNEP, United Nations Environment Programme, in einem Bericht empfohlen, um die nachhaltige Entwicklung des Inselstaates voranzutreiben. Im vergangenen Jahr hatte die Cutec dazu bereits einen Beratungsvertrag mit der maltesischen Regierung abgeschlossen. Als Abteilungsleiter für Umweltökonomie, Umweltrecht und Technikbewertung der Cutec berät Professor Bernd Heins die Malteser darin, Konzepte für eine nachhaltige Entwicklung zu erarbeiten.

Technische Universitäten Clausthal und Braunschweig arbeiten enger zusammen

Die beiden Technischen Universitäten Clausthal und Braunschweig wollen künftig Studiengänge und Forschungsaktivitäten gemeinsam gestalten. Einen Rahmenvertrag über die Zusammenarbeit haben die Präsidenten der beiden Hochschulen, Prof. Dr. Edmund Brandt (TU Clausthal) und Prof. Dr. Jürgen Hesselbach (TU Braunschweig), jetzt unterzeichnet. Ziel ist es, Synergieeffekte zu nutzen und das Forschungsprofil der Region mit gemeinsamen Schwerpunkten zu stärken.

Studierende werden in Zukunft an den Veranstaltungen der jeweils anderen Universität teilnehmen und Leistungsnachweise erwerben können. Das Lehrangebot in den relevanten Fächern wird dazu sowohl inhaltlich als auch zeitlich koordiniert. Die Prüfungsordnungen werden so aneinander angepasst, dass vergleichbare Studienabschlüsse gewährleistet sind. Lehrbeauftragte können ohne weiteren bürokratischen Aufwand an beiden Hochschulen Veranstaltungen anbieten. Die Studierenden aus Clausthal können ab sofort die Bibliotheken, Räume und Geräte der TU Braunschweig nutzen – und umgekehrt.

Auch den Wissenschaftlern stehen nun die Ressourcen beider Partneruniversitäten zur Verfügung. In der Forschung besteht bereits eine enge Zusammenarbeit auf den Gebieten Umweltschutz und Mikroproduktion. Die enge Zusammenarbeit der TU Clausthal und der TU Braunschweig dokumentieren der kürzlich gegründete Forschungsverbund Umwelttechnik sowie eine Kooperation im Bereich Mikroproduktionstechnik. Das Zentrum für Mikroproduktion ist ein Kompetenznetzwerk, dem unter anderen vier Institu-



Vertreter der TU Braunschweig, der TU Clausthal und der Cutec

te der TU Braunschweig und eines der TU Clausthal angehören.

Die Strukturentwicklung beider Hochschulen soll überdies aufeinander abgestimmt werden. Ziel der Vereinbarung ist es, neben gemeinsamen Forschungsschwerpunkten auch gemeinsame wissenschaftliche Institute zu entwickeln bzw. einzurichten. Darüberhinaus sollen die Berufungsverfahren der Universitäten sowie die inhaltliche Ausrichtung der Professuren untereinander koordiniert werden.

Die neue Vereinbarung erweitert die Zusammenarbeit, die die Technischen Universitäten Clausthal, Braunschweig und Hannover im Jahr 2000 unter dem Dach des "Consortium Technicum" beschlossen haben.

Studenten geben neue Impulse

Seminararbeiten von Wirtschaftsstudenten bei Unternehmen der Region

„Das Ergebnis hat uns positiv überrascht, es ist anwendbar und kann unserem Unternehmen neue Impulse geben,“ so das Resümee von Stephan Röthele, Geschäftsführer der Sympatec in Clausthal-Zellerfeld, zur Seminararbeit dreier Studenten der TU Clausthal. „Wir hatten keine festgesteckten Erwartungen und freuen uns darüber, wie gut die Zusammenarbeit mit den Studenten geklappt hat.“

Die Wirtschaftsstudenten hatten das Seminar „Strategisches Management“ bei Professor Wolfgang Pfau belegt. An dem Seminar nahmen sieben Gruppen teil, von denen sechs die Arbeit in Unternehmen der Umgebung durchführten. Die Studenten sollen in dem Seminar lernen, die Wettbewerbssituation in

einer Branche und eines konkreten Unternehmen zu analysieren. Aus den Ergebnissen der Analysen sollen sie eine erfolgsversprechende Unternehmensstrategie entwickeln und deren Umsetzung im Unternehmen diskutieren. „Bei solchen Projekten können alle Partner profitieren, die Unternehmen, die Studenten und nicht zuletzt die Wissenschaftler, die aus der Zusammenarbeit neue Fragestellungen aus der Praxis erkennen. Wir sind froh, in der Region so gute Partner, wie Sympatec, Sincotec in Clausthal-Zellerfeld oder Jungferdruck in Herzberg, Betonfertigteilwerk in Langelsheim sowie Elektrocycling und Stöbich in Goslar zu haben,“ so Professor Dr. Wolfgang Pfau.

Professor Dr. Wolfgang Pfau und seine Mitarbeiter hatten das Seminar als Wettbewerb gestaltet. Die Dreiergruppe, die ihre Arbeit bei Sympatec durchführte, konnte sich über den ersten Platz verbunden mit einem Preisgeld freuen. „Der finanzielle Anreiz spielte jedoch eine untergeordnete Rolle,“ sagte Joyce Clark. Die 21jährige Wirtschaftsmathematik- und BWL-Studentin im fünften Semester schätzt die praktische Erfahrung in einem Unternehmen für ihr Studium und für ihre persönliche Entwicklung deutlich wichtiger ein. Thorsten Kuckuck steht kurz vor Abschluss seines Wirtschaftsingenieurstudiums und teilt ihre Meinung. Kay Mootz, der im achten Semester Wirtschaftsingenieurwesen und BWL studiert, lobte die konstruktive Zusammenarbeit zwischen den Studenten und den Ansprechpartnern bei Sympatec. Er arbeitete bereits seit einiger Zeit als studentische Hilfskraft bei Sympatec und ist damit einer von rund 20 Studenten und Diplomanden, die bei Sympatec beschäftigt sind. „Wir sind ein Stück „Werkstatt“ für die Studenten und freuen uns sowohl über die gute Arbeit mit den Studenten als auch über die Kooperation mit dem Institut für Wirtschaftswissenschaften der TU Clausthal. Möglicherweise werden wir sogar einem der Seminarteilnehmer nach seinem Studium bei uns eine Arbeitsstelle anbieten,“ so der Sympatec-Geschäftsführer Stephan Röthele.



Die Seminarsieger erhalten ihre Urkunden auf der Terasse des Pulverhaus; (v.l.n.r.) Prof. Dr. Wolfgang Pfau, Thorsten Kuckuck, Joyce Clark, Kay Mootz, Dr. Stephan Röthele

Studium praxisnah und international

Institut für Maschinelle Anlagentechnik und Betriebsfestigkeit erhält Spende von DaimlerChrysler

Wie praxisnah und international die Ausbildung an der TU Clausthal ist, konnten bereits mehrere Studenten des Maschinenbaus und des Wirtschaftsingenieurwesens in Übersee-Praktika bei DaimlerChrysler erfahren.

In Tuscaloosa, USA, und in Sao Bernardo, Brasilien, wie auch in Stuttgart erhielten die Clausthaler Studenten während ihrer jeweils sechsmonatigen Praktika Einblick in das Unternehmen DaimlerChrysler.

Die enge Zusammenarbeit zwischen Professor Uwe Bracht, Leiter der Abteilung Anlagenprojektierung und Materialflusslogistik am Institut für Maschinelle Anlagentechnik und Betriebsfestigkeit (IMAB) und Dr.-Ing. Henning Oeltjenbruns, Lkw-Baureihenleiter Atego/Axor bei der DaimlerChrysler AG in Stuttgart ermöglicht Studenten der TU Clausthal Praxiserfahrung zu sammeln. In 2005 waren die Clausthaler Johannes Reichert und Andre Schmidt bei DaimlerChrysler überwiegend im Projektmanagement und in interdisziplinärer Produktentstehung tätig. „Die gute Zusammenarbeit mit DaimlerChrysler und die Möglichkeiten für Studenten, dort ihre Diplomarbeit anzufertigen oder Praktika zu leisten, sind für alle Beteiligten immer wieder ein Gewinn“, sagte Professor Bracht.

Dr.-Ing. Henning Oeltjenbruns hält als Clausthaler Promovent intensiv Kontakt zum IMAB und legt darauf Wert, dass auch „der Nachwuchs regelmäßig während des Studiums Praxisluft schnuppert“. „Praktika als sinnvolle Orientierungshilfe für Studenten bieten die Chance - ohne langfristige gegenseitige Verpflichtungen - vielfältige Unternehmen und deren Arbeitsabläufe zu studieren, um Vorlesungsinhalte bewusster auswählen und reflektieren zu können“,



Prof. Dr.-Ing. Uwe Bracht erhält von Dr.-Ing. Henning Oeltjenbruns nach erfolgreicher Probefahrt mit dem neuen Mercedes-Benz Lkw Axor auf der Teststrecke im Werk Untertürkheim einen Scheckscheck von DaimlerChrysler für das IMAB.

resümiert Dr.-Ing. Henning Oeltjenbruns. Der Vorteil für die Unternehmen liegt darin, potenzielle Nachwuchskräfte kennen zu lernen. „Bis heute sind von den mehr als 10 Clausthaler Studenten, die bei DaimlerChrysler betreut wurden, vier in Fach- aber auch Führungsfunktionen tätig.“

Zum Abschluss eines Besuchs bei DaimlerChrysler in Stuttgart erhielten Professor Uwe Bracht und Thomas Masurat von dem Unternehmen eine Spende über 4000 Euro, die einer besseren Computerausstattung des IMAB zugute kommen soll.

Süßkartoffeln statt Reis

Der ehemalige TU-Chemie-Doktorand Abu Bakar Tawali setzt sich für eine bessere Ernährung in seiner Heimat ein

■ Abu Bakar Tawali kehrte im Sommer neun Jahre nach seiner Doktorprüfung an die TU Clausthal für einen sechswöchigen Forschungsaufenthalt an das Institut für Anorganische und Analytische Chemie zu seinem Doktorvater Professor Georg Schwedt zurück.

Der Dozent Tawali leitet mittlerweile das Institut für landwirtschaftliche Technologie der Universität Hasanudin, der größten Universität in Ujung Pandang im östlichen Teil Indonesiens. Aus seiner Heimat hatte Abu Bakar Tawali verschiedene Reissorten mitgebracht, um deren Mineralstoffgehalte zu bestimmen. Vor allem industriell gezüchtete Reissorten weisen häufig geringe Mineralstoff- und Vitamingehalte auf. Weil Reis in Indonesien zu den Hauptkohlenhydratquellen zählt, droht der Bevölkerung bei zu einseitiger Ernährung ein Mineralstoffmangel. Abu Bakar Tawali will mit seinen Untersuchungen die Gefahr quantitativ wie qualitativ belegen und die in Vergessenheit geratenen Alternativen, wie Süßkartoffeln, Sago oder Maniok wieder auf den Speiseplan der Indonesier rücken. Die an der TU Clausthal gewonnenen Ergebnisse vergleicht der Lebensmittelchemiker

mit den in Indonesien erzielten, um daraus Schlüsse für standardisierte Lebensmitteluntersuchungen abzuleiten.

Den Wissenschaftler interessiert nicht nur die Konzentration der Mineralstoffe in Reis und anderen Kohlenhydratquellen, sondern vor allem ihre Verfügbarkeit für den Körper. Eine hohe Konzentration Eisen oder Kupfer in Reis führt nicht zwangsläufig zu einer guten Versorgung mit den Mineralstoffen beim Verzehr des Reises. Hierbei spielt vor allem die Art und Weise, wie der Mineralstoff molekular verpackt ist und wie leicht der Körper den Mineralstoff daraus aufnehmen kann, eine entscheidende Rolle.

Der Chemiker und Lebensmitteltechnologe Tawali und seine Frau haben beide an der TU Clausthal promoviert. Ihrem 1994 geborenen Sohn gaben sie wegen ihrer Begeisterung für die TU Clausthal den Beinamen Clausthaldi. Mittlerweile ist Abu Bakar Tawali wieder zu seiner Familie und seinem 11-jährigen Sohn Fadhil Clausthaldi Tawali nach Indonesien abgereist, will aber baldmöglichst seine TU Clausthal wieder besuchen.

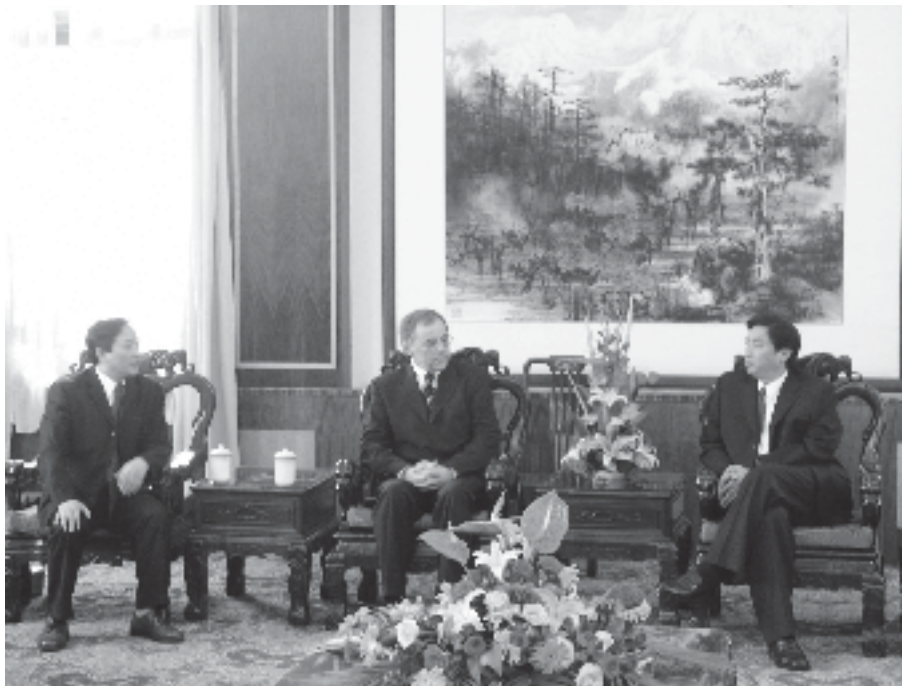


Dr. Abu Bakar Tawali zeigt Prof. Georg Schwedt seine aus Indonesien mitgebrachten Reissorten

Professor Dr. Edmund Brandt zum Ehrenprofessor der Sichuan University ernannt

Auf seiner Reise durch China hat der Präsident der Sichuan University, Professor Dr. XIE Heping, dem Präsidenten der TU Clausthal, Professor Dr. Edmund Brandt, am 12. Mai den Ehrentitel eines Ehrenprofessors (Prof. e. h.) verliehen. Als Universitätspräsident und Mitglied der Chinese Academy of Engineering würdigte Prof. Xie damit die fachlichen Leistungen von Professor Brandt und die guten Beziehungen zwischen den Universitäten.

Im Anschluss daran hielt Professor Brandt einen Festvortrag mit über 300 Zuhörern zum Thema: Anforderungen an ein nachhaltiges Umweltrecht - unter besonderer Berücksichtigung des Gewässerschutz- und Abfallrechts. Es folgten Gespräche mit Fachkollegen, darunter Prof. ZUO Weimin (Vice Chairman of Commissioner of China Law Society, Dean of Law School, Director of Center for Western-Southern Judicial Reform Study) über die Zusammenarbeit im Bereich Energie- und Umweltrecht.



(v.l.n.r.) Dr. habil. M. Z. Hou, Prof. Dr. E. Brandt, Prof. Dr. XIE Heping

Dr. habil. Michael Zhengmeng Hou, zum „Lecturing Professorship“ ernannt

Die guten Beziehungen der TU Clausthal zur Sichuan University in Forschung und Lehre basieren auch auf dem großen Engagement des Clausthaler Privatdozenten Dr. habil. Michael Zhengmeng Hou. Für seine wissenschaftlichen Leistungen und sein Engagement im 2+2-Programm im Studien-

gang Geoenvironmental Engineering hat der Präsident der Sichuan University, Professor Dr. Xie Heping, Dr. habil. Michael Z. Hou zum „Lecturing Professorship“ der Sichuan University ernannt.

GSSPE Award für Thomas Hillebrecht

Im Rahmen der ordentlichen Mitgliederversammlung der Deutschen Sektion der Society of Petroleum Engineers (GSSPE) am 17. Juni 2005 an der TU Bergakademie Freiberg wurde Herr cand.-Ing. Thomas Hillebrecht mit dem Student Award der GSSPE ausgezeichnet.

Der Preis ist mit 500 Euro dotiert und wird jährlich für den besten Seminarvortrag im Bereich der Erdöl- und Erdgastechnik in Deutschland vergeben.

Herr Hillebrecht, Student im Diplom-Studiengang Erdöl-/Erdgastechnik an der TU Clausthal, erhielt diese Auszeichnung für seinen Seminarvortrag mit dem Thema „Expandable Technology“ aus dem Sommersemester 2004. In seinen Ausführungen beschrieb er eine neue Technologie auf einem alten und funda-

mental Gebiet der Exploration und Produktion, nämlich der Verrohrungstechnik. Diese Innovation stellt dem Nutzer eine Bandbreite von neuen möglichen Anwendungen zur Verfügung. Hierzu zählen z.B. die Sand-Kontrolle, die Reparatur von beschädigten Rohren und nicht zuletzt die Reduzierung des Teleskopeffektes konventioneller Verrohrungen. Die existierende 1.Generation der „Expandable Technology“ ist ein Zwischenschritt auf dem Weg zu einem Bohrloch mit einem konstanten Innendurchmesser von Obertage bis in den Zielhorizont.

Nach seinem Vortrag vor den Mitgliedern sowie des Vorstandes der GSSPE wurde Herrn Hillebrecht vom Chairman der Deutschen Sektion Herrn Dr. Achilles der Preis in Form eines symbolischen Schecks übergeben.

ECerS wählte Prof. Jürgen G. Heinrich zum President Elect

Das Council der Europäischen Keramischen Gesellschaft (ECerS) wählte bei der 9. EcerS Konferenz im Juli in Porto Roz/Slowenien den aus Clausthal-Zellerfeld stammenden Prof. Dr. Jürgen G. Heinrich, den amtierenden Vorsitzenden der Deutschen Keramischen Gesellschaft (DKG), einstimmig zum President Elect. Er vertritt damit den Präsidenten der ECerS, Prof. Derek Thompson (UK), der in Porto Roz die Nachfolge von Dr. Gian Nicola Babini (I) angetreten hat. Prof. Heinrich wird nach Ablauf der Amtszeit von Prof. Thompson die Präsidentschaft der ECerS übernehmen. Sein Amtsantritt als Präsident wird bei der 10. ECerS Konferenz sein, die von der DKG vom 17.-21.06.2007 in Berlin ausgerichtet wird. Prof. Heinrich hat mit seinem Stellvertreter Prof. Christos G. Aneziris



Professor Dr.-Ing. Jürgen G. Heinrich

bei dieser Tagung auch die wissenschaftliche Leitung.

Prof. Jürgen G. Heinrich kommt aus der Porzellanstadt Selb und lehrt an der traditionsreichen TU Clausthal, wo er am Institut für Nichtmetallische Werkstoffe die Professur für Ingenieurkeramik innehat. Er hat nach dem Studium an der Fachhochschule Selb bei Prof. Hausner an der TU Berlin promoviert und konnte seine Kenntnisse anschließend mehrere Jahre am Institut für Werkstoffforschung des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt in Köln und in der Industrie bei der CeramTec AG einsetzen, bevor er den Ruf nach Clausthal annahm.

Stephan Röthele erhält Ehrenpromotion

Die Fakultät für Natur- und Materialwissenschaften der TU Clausthal hat Dipl.-Ing. Stephan Röthele den Grad eines Doktor-Ingenieurs Ehrenhalber (Dr.-Ing. E.h.) am 30. September in der Aula der Universität verliehen. Die TU Clausthal würdigt damit den geschäftsführenden Gesellschafter der Sympatec GmbH für seine wissenschaftlichen und schöpferischen Leistungen auf dem Gebiet der Partikelmesstechnik.

Stefan Röthele hat durch seine kreative und erfolgreiche Arbeit als Wissenschaftler, Ingenieur und Unternehmer die Partikelmesstechnik maßgeblich durch innovative Konzepte weiterentwickelt, die er bis zur Marktreife gebracht hat und erfolgreich vermarktet. Er ist auf dem Gebiet der Partikelmesstechnik national und international anerkannt und durch seine herausragende schöpferische Leistung auf dem Gebiet der Partikelmesstechnik ausgewiesen.

Nach seinem Studium der Verfahrenstechnik in Karlsruhe begleitete der in Speyer am Rhein geborene Ingenieur Professor Leschonski 1972 an die TU Clausthal. In Clausthal war er als Oberingenieur mit dem Aufbau des Instituts für Mechanische Verfahrenstechnik betraut. Nach einigen Jahren im Institut wandte er sich in seiner Forschungs- und Entwicklungstätigkeit



Prof. Dr. Wolfgang Schade überreicht Doktorwürde an Dr.-Ing. Stephan Röthele

dem Gebiet der Partikelmesstechnik zu. In zahlreichen Vorträgen wurde sein zunehmendes Engagement als Entwickler und zugleich Anbieter von Messsystemen zur Partikelgrößenanalyse deutlich. Er gründete zunächst das pantuc-Ingenieurbüro und schließlich 1984 gemeinsam mit Prof. Leschonski und der Rieter-Holding AG die Sympatec GmbH. Für seine Entwicklungen erhielt er 1985 den Technologie-Transfer-Preis der IHK Braunschweig, 1986 den Technologie-Transfer-Preis des Bundesministers für Bildung und Forschung.

Die Sympatec GmbH beschäftigt heute etwa 30 Absolventen der TU Clausthal und ist für die Universität zu einem gefragten und zuverlässigen Partner geworden.

Das Unternehmen ermöglicht zahlreichen Studenten, Praxisluft in Teilzeitjobs, Studien- oder Diplomarbeiten zu schnuppern. Stephan Röthele betrachtet die TU Clausthal als Nachwuchsschmiede, wobei sein Unternehmen, aber auch die Universität enorm von der Kooperation profitieren. Stephan Röthele und die Sympatec haben einen beachtlichen Teil zum guten Renommee der Hochschule und der Stadt beigetragen. Mit den Worten von Stefan Röthele „Der Standort Clausthal ist der Beste!“. Auch dafür dankt die TU Clausthal dem erfolgreichen Wissenschaftler und Unternehmer.

Erster Juniorprofessor der TU Clausthal positiv „zwischenevaluiert“

Nach drei Jahren erfolgreicher Forschungs- und Lehrtätigkeit an der TU Clausthal hat das Präsidium die von Prof. Dr. Henning Zülch bekleidete Juniorprofessur am 14. Oktober 2005 mit Nachdruck um weitere drei Jahre verlängert.

Professor Zülch ist seit Oktober 2002 am Institut für Wirtschaftswissenschaft der TU Clausthal beschäftigt. Dort leitet er die Abteilung für Unternehmensrechnung mit dem Forschungsschwerpunkt „Internatio-

nale Rechnungslegung“. Neben seiner Tätigkeit an der TU Clausthal erwarb er weit reichende Lehrer Erfahrungen auf dem Gebiet der Unternehmensrechnung. So nahm er unter anderem einen Lehrauftrag an der Wissenschaftlichen Hochschule für Unternehmensführung (WHU) wahr.

In seiner Forschung beschäftigt sich Professor Zülch unter dem Stichwort „Internationale Rechnungslegung“ mit den Auswirkungen der Globalisierung im

Bereich der externen Rechnungslegung bzw. Bilanzierung. International anerkannte Rechnungslegungsvorschriften gewinnen in diesem Kontext für deutsche Unternehmen aber auch Investoren seit einigen Jahren zunehmend an Bedeutung. Das deutsche Rechnungslegungsrecht des Handelsgesetzbuches (HGB) wird mit großen Schritten durch neue, angelsächsisch geprägte Normen ersetzt. Dies ist nicht unumstritten und führt zu großen Veränderungen in der deutschen wie europäischen Bilanzierungstheorie und -praxis. Weit über 50 wissenschaftliche Publikationen (u. a.



Prof. Dr. Edmund Brandt und Prof. Dr. Henning Zülch

eine Monographie) sind das Ergebnis der knapp dreijährigen Forschungsarbeit von Professor Zülch. Ferner ist es ihm gelungen, Drittmittelprojekte mit weltweit agierenden Wirtschaftsprüfungs- und Steuerberatungsgesellschaften von nicht unerheblichem finanziellen Umfange zu initiieren.

Neben seiner Forschungs- und Lehrtätigkeit zeichnet sich Professor Zülch für die Gründung des Fördervereins Juniorprofessur e. V. mit Sitz in Clausthal-Zellerfeld mitverantwortlich. Dieser Förderverein besitzt deutschlandweit Geltung und setzt sich intensiv für die Belange der Juniorprofessoren/innen ein. Der Verein ist anerkannter Gesprächspartner in Wissenschaft und Politik bezüglich der Etablierung und Förderung neuer Personalentwicklungsmaßnahmen wie der Juniorprofessur. Bislang hat der Verein drei Symposien zu aktuellen Fragen rund um die Juniorprofessur veranstaltet, die den Austausch von Wissenschaft und Politik forcierten. Der Zuspruch war regelmäßig sehr hoch.

Mit Blick auf die vielfältigen Tätigkeiten von Professor Zülch, vor allem in Forschung und Lehre, kam die von der TU Clausthal explizit zur Evaluierung eingesetzte Kommission zu einem uneingeschränkt positiven Urteil. Festgehalten werden konnte, dass sich Professor Zülch bereits zum gegenwärtigen Zeitpunkt in seinem Fachbereich etabliert hat. Die bislang erbrachten sehr guten Leistungen lassen eine nachhaltig positive wissenschaftliche Entwicklung in den kommenden drei Jahren erwarten.

Dr. Gabriel Zachmann zum Professor für Graphische Datenverarbeitung ernannt

Der Präsident der TU Clausthal Prof. Dr. Edmund Brandt hat am 20. April Dr. Gabriel Zachmann zum Professor für Graphische Datenverarbeitung und Multimedia an der TU Clausthal ernannt.

Professor Dr. Gabriel Zachmann studierte in Karlsruhe und an der TU Darmstadt Informatik. Bereits zu diesem Zeitpunkt entdeckte er seine Leidenschaft für Computergraphik, der er am Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung in Darmstadt nachging. Seine Diplomarbeit fertigte er am National Center for Supercomputing Applications in den USA an. Nach dem Diplom kehrte er als wissenschaftlicher Mitarbeiter in die Abteilung „Visualisierung und Simulation“ an das Fraunhofer-Institut für Graphische

Datenverarbeitung in Darmstadt zurück. Die Ergebnisse seiner Forschungsarbeiten flossen maßgeblich in ein innovatives, komponenten-basiertes Virtual Reality-System ein, um damit digitale Prototypen zu untersuchen und zu entwickeln. Das System etablierte sich als Standardlösung in der Automobilindustrie und bildete die Basis für das 1998 gegründete Spin-Off vrcom GmbH. In seiner Tätigkeit für das Fraunhofer-Institut akquirierte und leitete er zudem zahlreiche weitere Industrieprojekte. Die Promotion legte er 2000 mit „summa cum laude“ an der TU Darmstadt ab. In seiner Dissertation beschäftigte sich Prof. Zachmann mit dem Thema Virtual Reality in Assembly Simulations – Collision Detection, Simulation Algorithms and Interaction Techniques. Im darauffolgen-



Ernennung von Prof. Dr. Gabriel Zachmann

den Jahr wechselte er als wissenschaftlicher Assistent an den Lehrstuhl für Computergraphik an der Univer-

sität Bonn, wo er 2003 zum Nachwuchsgruppenleiter im Rahmen des DFG Aktionsplans für Informatik aufstieg.

Professor Zachmann arbeitet am Institut für Informatik in der Abteilung Computergraphik. Die Computergraphik besteht im Wesentlichen aus zwei Hauptbereichen: der Erzeugung von Bildern (Synthese) und der Auswertung von Bildern (Analyse). Die Computergraphik findet ihre Anwendung in vielen Bereichen der (Unterhaltungs-)Industrie, der Wissenschaft und der Kunst. Sie wird u.a. bei Computerspielen, in der Filmtricktechnik, bei Visualisierungen (z.B. Computertomographie) und in der Entwicklung (z.B. CAD) und Simulationen eingesetzt. Professor Zachmann bietet auf seiner Homepage, erreichbar über die Internetseiten des Instituts für Informatik, einen Einblick in seine Arbeit und zahlreiche Tipps für Fans der Computergraphik.

PD Dr. Friedrich Balck zum „Außerplanmäßigen Professor“ ernannt

PD Dr. Friedrich Balck wurde am 15. September der Titel „Außerplanmäßiger Professor“ von dem Präsidenten der TU Clausthal Professor Dr. Edmund Brandt verliehen.

Professor Balck studierte Physik an der TU Clausthal und legte 1978 seine Promotion mit seiner Dissertation „Untersuchungen der Transformation in den Gamma-Legierungen der Systeme Cu-Zn, Cu-Zn und Ag-Zn“ ab. Nach seiner Ernennung zum Akademischen Oberrat am Institut für Physik und Physikalische Technologien legte er 2000 seine Habilitation mit der Schrift „Wasserkraftmaschinen für den Bergbau im Harz“ ab. Als Physiker beschritt er einen ungewöhnlichen Weg zur Technikgeschichte. Begonnen hat sein Wirken auf dem Gebiet mit dem Bau eines 3D-Vermessungssystems für eine Grabungsdokumentation und der Nachkonstruktion des Wasserrads Kanekuhle für das Museum Rammelsberg. Heute liegt sein größtes Ziel auf dem Gebiet darin, ein Bildarchiv in der Universitätsbibliothek einzurichten und eine kommentierte Datenbank fertigzustellen. Seine eindrucksvolle Publikationsliste umfasst 46 Veröffentlichungen,

darunter 14 Bücher auf dem Gebiet der Technikgeschichte.

Im Rahmen des studium generale hält Professor Balck verschiedene Vorlesungen und engagiert sich für den Nachwuchs der TU Clausthal. Mit einer Kindervorlesung und seiner Arbeit im Schülerlabor der Physik ist er weit über die Grenzen Clausthals sehr beliebt.



Ernennung von Prof. Dr. Friedrich Balck

PD Dr. Hans Ferkel zum „Außerplanmäßigen Professor“ ernannt

Der Präsident der TU Clausthal hat PD Dr. Hans Ferkel am 15. September den Titel „Außerplanmäßiger Professor“ verliehen.

Professor Dr. Hans Ferkel studierte an der Universität Göttingen Physik und promovierte 1991 am Max-Planck-Institut für Strömungsforschung in Göttingen. Nach seiner wissenschaftlichen Tätigkeit unter anderem als DFG-Stipendiat am MPI für Strömungsforschung kam er 1995 an das Institut für Werkstoffkunde und Werkstofftechnik der TU Clausthal. 1996 erhielt er ein weiteres zweijähriges Stipendium der DFG im Rahmen des Forschungsschwerpunktes „Feinste feste Partikel“. Seine Forschungsarbeiten krönte er 2001 mit dem Abschluss seiner Habilitation „Perspektiven lasererzeugter Nanopulver in der Werkstoffentwicklung“ und der Verleihung der Venia Legendi auf dem ingenieurwissenschaftlichen Gebiet. Seine Forschungsleistungen dokumentieren mindestens 75 Veröffentlichungen und drei Patente. Er betreute seit 2001 Praktika und hielt Vorlesungen zum Thema „Korrosion und Korrosionsschutzverfahren“ und „Neue Fertigungstechnologien“ an der TU Clausthal.



(v.l.n.r.) Prof. Dr.-Ing. L. Wagner, Prof. Dr. Edmund Brandt, Prof. Dr. Hans Ferkel, Prof. Dr. Wolfgang Schade

Nach seiner Ernennung zum Akademischen Oberrat an der TU Clausthal erhielt er 2004 einen Ruf an die Universität Duisburg-Essen auf den Lehrstuhl der C4-Professur für Nanostrukturtechnik. Nur zwei Monate später bot ihm die Volkswagen AG die Gesamtleitung der Werkstofftechnik an, die er seit August 2004 inne hat.

PD Dr. Günter Kemnitz zum „Außerplanmäßigen Professor“ ernannt

Die TU Clausthal hat PD Dr. Günter Kemnitz am 19. September den Titel „Außerplanmäßiger Professor“ verliehen.

Professor Dr. Günter Kemnitz legte nach seinem Studium des Elektroingenieurwesens mit der Fachrichtung Informationstechnik und einer Assistenz an der TU Dresden 1995 seine Habilitationsschrift zum Thema Test und Selbsttest digitaler Schaltungen vor. Im darauffolgenden Jahr wurde er zum Akademischen Rat am Institut für Informatik der TU Clausthal ernannt. Nach dem Ausscheiden von Professor Möller 1999 bis zur Besetzung der Nachfolgeprofessur für Rechnersysteme und während der Abordnung von Prof. Richter nach Göttingen hat er mit Unterstützung die Lehraufgaben für Technische Informatik / Rechnersysteme vertretungsweise wahrgenommen. Nach



(v.l.n.r.) Prof. Dr. Harald Richter, Prof. Dr.-Ing. Norbert Müller, Prof. Dr. Günter Kemnitz, Vizepräsident Prof. Dr.-Ing. Hans-Peter Beck, Prof. Dr. Gabriel Zachmann

seiner Umhabilitierung beförderte ihn die Universität 2004 zum akademischen Oberrat. Professor Kemnitz hält kontinuierlich Vorlesungen auf den Gebieten Rechner-technologie, technische Informatik, digitale Signalverarbeitung und Robotik. Neben seiner Lehrtätigkeit ist er auch in der Forschung sehr aktiv und besitzt zwölf Patente.

Professor Kemnitz hat das Lehrangebot durch seine spezielle Vorlesungen erweitert und bietet einige wichtige Praktika in technischer Informatik an. Er erfreut sich bei den Studierenden großer Beliebtheit.

PD Dr. Thomas Prellberg zum „Außerplanmäßigen Professor“ ernannt

Der Präsident der TU Clausthal Professor Dr. Edmund Brandt hat am 15. September PD Dr. Thomas Prellberg den Titel „Außerplanmäßiger Professor“ verliehen.

Professor Prellberg studierte Mathematik und Physik an der TU Braunschweig bis zum Vordiplom. Sein Diplom und seine Promotion legte er an der Virginia Polytechnic Institute & State University in den USA ab. Seine wissenschaftliche Laufbahn führte ihn an die University of Melbourne, nach Oslo und nach Manchester. Bevor er 2001 an die TU Clausthal kam, arbeitete er an der Syracuse University in den USA. Mit seiner Schrift „Lattice



Prof. Dr. Edmund Brandt und Prof. Dr. Thomas Prellberg

Mopdels of Interacting Polymers and Vesicles“ habilitiert er sich 2002 an der TU Clausthal.

Die Liste seiner Preise und Auszeichnungen ist lang. Bereits als Student genoss er durch die Studienstiftung des Deutschen Volkes besondere Förderung. Für seine hervorragenden wissenschaftlichen Leistungen erhielt er unter anderem verschiedene DFG-Stipendien und ist 2005/06 in der Liste Who's Who in Science and Engineering eingetragen. Er ist national und international ein anerkannter Experte auf dem Gebiet der Polymerphysik.

Dr.-Ing. Edda Rädlein zur „Außerplanmäßigen Professorin“ ernannt

Dr.-Ing. Edda Rädlein wurde am 11. April der Titel „Außerplanmäßige Professorin“ vom Präsidenten der TU Clausthal Professor Edmund Brandt verliehen.

Die Physikerin hält seit 1995 am Institut für Nichtmetallische Werkstoffe der TU Clausthal eigenverantwortlich die Vorlesung „Recycling von und mit Glas“. Ihre Lehrtätigkeit sei von profundem Wissen und von pädagogischem sowie didaktischem Geschick geprägt, so die Gutachter. Sie engagiert sich auch aus der Ferne als Privatdozentin der Universität Bayreuth

für ihre Studenten, Diplomanden und Doktoranden an der TU Clausthal.

Professorin Edda Rädlein ist am 10. September 1960 in Gereuth in Bayern geboren und studierte an der Universität Erlangen Physik. Nach ihrer Diplomprüfung arbeitete sie zeitweise als Stipendiatin der Minna-James-Heineman Stiftung zur Förderung der internationalen Zusammenarbeit in der Wissenschaft am Osservatorio Astronomico di Trieste in Italien auf dem Gebiet der Doppelsternforschung. Ihr Promotionsstu-



(v.l.n.r.) Prof. Dr. Edmund Brandt, Ehegatte Prof. E. Rädlein, Prof. Dr.-Ing. Edda Rädlein

dium nahm sie 1987 im Fach Werkstoffwissenschaften am Institut für Nichtmetallische Werkstoffe der TU Clausthal auf. Das Thema ihrer industrienahen Dissertation behandelt die Simulation der Wechselwirkung von Weltraumstrahlung mit Glas und Glaskeramik. Darin konnte sie ihr Interesse, die Astronomie, mit

ihrem beruflichen Schwerpunkt, dem Werkstoff Glas, verbinden. Die Doktorprüfung legte sie 1991 an der TU Clausthal ab. Als wissenschaftliche Mitarbeiterin im Fachbereich Metallurgie und Werkstoffwissenschaften und im Fachbereich Nichtmetallische Werkstoffe setzte sie ihre Forschungsarbeit fort.

Von 1997 bis 1998 erhielt sie ein Habilitationsstipendium der Deutschen Forschungsgesellschaft und legte 1999 mit ihrer Habilitationsschrift „Werkstoffkundliche Beurteilung von Gläsern und Schichten mit Rastersondenmikroskopie“ die Grundlage für eine neue nanotechnologische Analysetechnik. Für ihre Arbeit wurde sie 2000 mit dem renommierten Adolf-Dietzel-Industriepreis der Deutschen Glastechnischen Gesellschaft ausgezeichnet. Seit 2001 arbeitet sie als wissenschaftliche Angestellte am Lehrstuhl für Keramische Werkstoffe der Universität Bayreuth und koordiniert dort die Forschungsstelle „Werkstoffverbunde und oberflächenveredelte Produkte aus Glas“ (WOPAG). Als Kennerin der Forschungslandschaft und mit besten Kontakten zu Industriepartnern ist sie mittlerweile anerkannte Expertin auf den Gebieten Glas und Glasveredelung.

Professor Dr. Hans-Jörg Barth in Ruhestand getreten

Am 30. März ist Professor Dr. Hans-Jörg Barth vom Institut für Tribologie und Energiewandlungsmaschinen in den Ruhestand getreten.

An der feierlichen Stunde nahmen teil der Fakultätsdekan Prof. Scholz, Prof. Schmidt, der Präsident der Technischen Universität Clausthal Prof. Edmund Brandt sowie Prof. Barth und Ehefrau.

Der Präsident Prof. Brandt dankte Prof. Barth für seine Arbeit in zahlreichen Gremien und für sein Engagement für die Studierenden der Hochschule. Er habe sich immer in besonderer Weise um die Belange seiner Schützlinge gekümmert und nicht aufgehört, neugierig zu sein. Auch in kritischen Situationen habe Prof. Barth sich nicht zurück gezogen, sondern den Kopf hingehalten.

Prof. Barth erklärte, dass er weiter in der Hochschule aktiv sein werde. Er werde sein Büro behalten und laufende Projekte betreuen. Dem Ruhestand blicke er gelassen entgegen, denn er werde einiges nachholen, was er in der Vergangenheit vernachlässigt habe.

Zudem sei er der Meinung, dass man auch dem Nachwuchs eine Chance geben sollte. Junge Leute bringen neue Impulse mit, so Prof. Barth.



Prof. Dr. Edmund Brandt, Prof. Dr. Hans-Jörg Barth mit Gattin

Innovationen und Engineering aus einem Guss

Wir sind Entwicklungspartner und Produzent von Gussprodukten aus Leichtmetall für die Automobilindustrie.

Als international wachsende Unternehmensgruppe streben wir nach höchster Kundenzufriedenheit durch wertorientierte Dienstleistung und Partnerschaft mit unseren Kunden und Zulieferpartnern.

Motivierte und qualifizierte Mitarbeiter sind das Fundament unseres Erfolges und die treibende Kraft zur kontinuierlichen Verbesserung unserer Prozesse.

Wir suchen motivierte und engagierte Praktikanten/Diplomanden und Hochschulabsolventen aus den Fachbereichen:

- Maschinenbau
- Gießertechnik
- Werkstofftechnik
- Technische Betriebswirtschaftslehre,

die daran interessiert sind, in einem dynamischen und innovativen Unternehmen Ihre Chance zu ergreifen.

Praktikum/Diplomarbeit

Zum Studium gehört Praxis – und die können Sie bei uns erleben und mitgestalten. Zum Beispiel erhalten Sie durch Praktika, Praxissemester oder Diplomarbeiten einen ersten Einblick in die Arbeitswelt und verschaffen sich so einen Vorsprung beim Berufseinstieg.

Hochschulabsolventen

mit Diplom oder Promotion werden im Rahmen eines Training-on-the-job schrittweise an Ihre neuen Aufgaben herangeführt. Dabei übernehmen Sie vom ersten Tag an Verantwortung und können mit viel Eigeninitiative zeigen, was in Ihnen steckt.

Bringen Sie Ihre Talente in die **KSM Castings** ein, zu Ihrem und unserem Erfolg. Reden wir darüber 0 51 21 - 505-274.



KSM Castings GmbH · Cheruskerring 36 · D - 31137 Hildesheim
Telefon +49 (0) 51 21 - 505 - 274 · Telefax +49 (0) 51 21 - 505 - 320
E-Mail Joelanie.Keizer@ksmcastings.com · www.ksmcastings.com

Professor Dr. Klaus Ecker in Ruhestand getreten

■ Professor Dr. Klaus Ecker vom Institut für Informatik ist am 31. März in den Ruhestand getreten.

Professor Ecker übernahm 1978 die erste Professur für Angewandte Informatik an der TU Clausthal und war mit dem Aufbau des Fachgebiets betraut.

Der Präsident der TU Clausthal Professor Dr. Edmund Brandt bedankte sich für seine außerordentlichen Leistungen. Er sei nicht nur im Institut und in der Fakultät sondern auch in der Universität und darüberhinaus besonders geschätzt, menschlich und fachlich. Professor Ecker habe entscheidend zum Aufbau des Instituts beigetragen und sei mit großem Engagement „in die Bresche“ gesprungen. Dank Professor Ecker herrsche am Institut eine außergewöhnlich kollegiale Atmosphäre, die er mit seiner ausgleichenden Wirkung auf Menschen geschaffen habe. Professor Michael Kolonko betonte in seiner Funktion als Studiendekan die konstruktive Zusammenarbeit mit Professor Ecker.

Professor Ecker dankte dem Präsidenten und den Gästen. Er sagte, dass ihm das Klima im Institut immer ein



Prof. Dr. Edmund Brandt und Prof. Dr. Klaus Ecker

großes Anliegen gewesen sei. Er werde an der Entwicklung der Informatik an der TU Clausthal gerne weiter mitwirken und seine Doktoranden zur Promotion führen.

Professor Dr. Hans-Heinrich Kairies in Ruhestand getreten



Prof. Dr. Edmund Brandt und Prof. Dr. Hans-Heinrich Kairies

■ Professor Dr. Hans-Heinrich Kairies ist am 31. März in den Ruhestand getreten.

Er studierte Mathematik und Physik und arbeitete bis 1975 als wissenschaftlicher Mitarbeiter und Apl. Professor an der TU Braunschweig. 1975 wurde er an die TU Clausthal berufen. Er übernahm Lehr- und Forschungstätigkeiten auf dem Gebiet der Funktionsanalysis. Seine Forschungsschwerpunkte liegen heute in der Axiomatischen Theorie der Gammafunktion, Funktionalgleichungen und der Summenoperatoren.

Der Präsident der TU Clausthal Professor Dr. Edmund Brandt dankte Professor Kairies für seine langjährige und erfolgreiche Tätigkeit an und für die TU Clausthal. Er sei ein exzellenter Hochschullehrer, der auch „schwere Kost“ zu vermitteln mochte. Mit Einsatz

habe er seine Schützlinge auf Kurs gehalten und zum Abschluss gebracht. Professor Kairies sei es zu verdanken, dass der heutige Vizepräsident für Studium und Lehre Professor Dr. Thomas Hanschke an die TU Clausthal gekommen sei. Neben seiner großen wissenschaftlichen Leistungen habe der Präsident auch vor seinen umfangreichen Kenntnissen der Musik großen Respekt.

Professor Kairies bedankte sich und sagte, es sei für ihn nicht erfreulich nun offiziell in den Ruhestand treten zu müssen. Er bleibe noch mindestens vier Semester „im Dienst“ an der TU Clausthal. In Clausthal und im Institut treffe er nicht nur Kollegen, sondern auch Freunde und befinde sich nun eher im „Unruhestand“ mit etwas mehr Freiheit an der Universität.

Verbesserte Auswertung von Forschungsergebnissen durch weltweiten sofortigen Zugriff auf Online Dissertationen

Elektronische Publikationen gewinnen sowohl im wissenschaftlichen Publikationswesen als auch in der allgemeinen Informationsversorgung stetig an Bedeutung.

Weltweit stehen elektronische Dokumente an jedem Internet- PC zur Verfügung. Wissenschaftliche Informationen müssen nicht erst über den Buchhandel oder eine Bibliothek beschafft werden, sondern können ohne Zeitverzug dem Nutzer dienen. Seit Ende der neunziger Jahre werden daher auch Dissertationen elektronisch publiziert.

Die Deutsche Bibliothek „sammelt“ seit 1998 Online-Dissertationen auf ihrem Archivserver. 2001 wurde die „Koordinierungsstelle Diss Online“ an der Deutschen Bibliothek ins Leben gerufen. Sie berät Hochschulen bzw. Hochschulbibliotheken, die die Veröffentlichungsmöglichkeit für Habilitationen und Dissertationen in elektronischer Form einführen wollen und betreut nach Festlegung der Standards die Metadaten.

Derzeitig melden bundesweit 87 Hochschulbibliotheken ihre Online-Dissertationen in der Deutschen Bibliothek an.

Im Verbundkatalog des Gemeinsamen Bibliothekverbundes werden Online-Dissertationen eingespielt und einem regelmäßigen Update unterzogen. Der Online-Katalog der Universitätsbibliothek umfasst seit Anfang Juli des Jahres mehr als 22.000 dieser Arbeiten. Jedoch finden hier nur solche Online-Dissertationen ihren Nachweis, die für die TU Clausthal fachlich relevant sind.

Seit 2003 sieht die Promotionsordnung der TU Clausthal die elektronische Publikation von Dissertationen

vor. Diese Möglichkeit ist zum jetzigen Zeitpunkt bereits von 53 Clausthaler Doktoranden genutzt worden.

Entscheidet sich ein Absolvent für diese Veröffentlichungsvariante seiner Dissertation, sind nur noch vier gedruckte Exemplare sowie eine CD-ROM bei der Universitätsbibliothek einzureichen.

Auf der CD ist die Dissertation einschließlich Texte, Bilder und ggf. Tabellen in möglichst einer Datei im PDF-Format abzuspeichern.

Ferner muss jeweils eine Zusammenfassung in deutscher und in englischer Sprache mit jeweils maximal 5000 Zeichen auf dem Datenträger abgelegt werden. Zusätzlich ist ein Anmeldeformular auszufüllen, auf dem neben persönlichen Angaben einige Auskünfte zur Dissertation abgefragt werden.

Mit Unterschrift auf der so genannten „Erklärung“, gibt der Doktorand sein Einverständnis, dass seine Arbeit maschinell gespeichert und öffentlich zur Verfügung gestellt werden darf.

Parallel zur Abgabe der gedruckten Exemplare, der CD-ROM und den Formblättern, ist die Dissertation in die OPUS-Datenbank einzugeben.

Sofern der Doktorand noch Zugang zu Rechnern im Campusgelände hat, kann er die Dateneingabe über den Server der Universitätsbibliothek Clausthal selber vornehmen.

Andernfalls wird diese Aufgabe von Frau Kraft in der Universitätsbibliothek übernommen.

Für weitere Fragen steht sie telefonisch unter der Rufnummer 72-3102 oder auch per E-mail: kraft@club.tu-clausthal.de zur Verfügung.

Habilitationen

Kilo, Martin, Dr. rer. nat.:

Cation Transport in Stabilized Zirconias.

Fachgebiet: Materialwissenschaften

Promotionen



Fakultät für Natur- und Materialwissenschaften

Gerke-Cantow, Ralf, Dipl.-Ing.(FH):

Beitrag zur Herstellung hochfester Aluminium-Feingussteile.

(Prof. Dr. R. Döpp)

Strimaityte, Vaiva, M. Sc.:

Einfluss von Komplexbildnern auf die Mobilisierung von Schwermetallen aus Aschen.

(Prof. Dr. G. Schwedt)

Scharf, Till, Dipl.-Ing.:

Möglichkeiten und Grenzen der „Schlanken Produktion“ in der Fertigung und Untersuchung der Übertragbarkeit auf die Kunststoffverarbeitung.

(Prof. Dr. G. Ziegmann)

Jansen, Birte, Dipl.-Phys.:

Bearbeitung von Kontaktlinsen mit dem Laser zur Korrektur der Presbyopie.

(Prof. Dr. W. Schade)

Yao, Jie, Dipl.-Ing.:

Study on Accelerated Test Methods for Predicting of Long-Term Properties of Composite Pipes.

(Prof. Dr. G. Ziegmann)

Pankow, Oliver, Dipl.-Chem.:

Untersuchungen zur Synthese Silikat-basierter Polymerkomposite.

(Prof. Dr. G. Schmidt)

Pötschke, Stephan, Dipl.-Ing.:

Analytische Behandlung der Lötbruchentstehung und Untersuchung zum direkten Warmwalzen von niedrigkohlenstoffhaltigem, kupfer- und zinnlegiertem Dünnband, erzeugt auf einer Zweiwalzen-Gießanlage.

(Prof. Dr. K.-H. Spitzer)

Gholipour Shilabin, Abbas, M. Sc.:

Seven-Membered Ring Mesomeric Betaines, From Anti-Hückel Aromatics to Model Compounds of the Pyrrolobenzodiazepine Alkaloids Circumdatin A and B.

(PD Dr. A. Schmidt)

Böhme, Liz Magdaly, Dipl.-Chem.:

Synthese und Charakterisierung von Protonenaustauschmembranen durch strahlungsinduziertes Pfropfen auf Basis von Sulfon-, Phosphor- und Phosphonsäure.

(Prof. Dr. G. Schmidt)

De Moraes, Flavia, Dipl.-Ing.:

Korrosion und Kristallisation an der Innenoberfläche von Glasbausteinen.

(Prof. Dr. G. H. Frischat)

Alberts-Goebel, Gabriele, Dipl.-Chem.:

Selenspeziesanalytik von anorganischem und organischem Selen aus pharmazeutischen Präparaten.

(Prof. Dr. G. Schwedt)

Anke, Thorsten, Dipl.-Ing.:

Bake Hardening von warmgewalzten Mehrphasenstählen.

(Prof. Dr. H. Palkowski)

Reckzügel, Matthias, Dipl.-Ing.:

Beitrag zur numerischen Bestimmung der Wärmeleitung in mit textilen Faden- und Flächenhalbzeugen gefüllten Kunststoffen.

(Prof. Dr. G. Frommann)

Fideu Siagam, Paulin, Dipl.-Ing.:

Beitrag zur Modellierung und Simulation des nichtlinearen Materialverhaltens von verstärkten Polymeren.

(Prof. Dr. G. Ziegmann)

Buksak, Anna, Dipl.-Ing.:

Transportprozesse in Schwermetallfluoridgläsern.

(Prof. Dr. G. H. Frischat)

Szurman, Monika, Dipl.-Ing.:

Schwefeldiffusion in Alumoborosilicatschmelzen.

(Prof. Dr. G. H. Frischat)

Yi, Sangbong, M. Eng.:

Investigation on the Deformation Behaviour and the Texture Evolution in Magnesium Wrought Alloy AZ 31.

(Prof. Dr. H.-G. Brokmeier)

Hüger, Erwin, Dipl.-Phys.:

Stabilisation of Late Transition Metal and Noble Metal Films in Hexagonal and Body Centered Tetragonal Phases by Epitaxial Growth.

(Prof. Dr. W. Daum)

Engler, Sven, Dipl.-Ing.:

Entwicklung eines Verfahrens zur Herstellung von hochreinen Kieselglastiegeln.

(Prof. Dr. J. G. Heinrich)

Fakultät für Energie- und Wirtschaftswissenschaften

Behain, Daruosh, Dipl.-Geol.:

Gas Hydrates Offshore NW Sabah: Morpho-tectonic Influence on the Distribution of Gas Hydrates and Estimation of the Concentration of Gas Hydrate above and Free Gas below the Gas Hydrate Stability Zone.

(Prof. Dr. J. Fertig)

Mohamed, El-Shahat, M. Sc.:

Uncooled Compressed Air Storage for Balancing of Fluctuating Wind Energy.

(Prof. Dr. H.-P. Beck)

Blumhof, Gerhard, Dipl.-Ing.:

Vergleichende Analyse der Vollzugssysteme bei der Genehmigung von ausgewählten, umweltrelevanten Industrieanlagen in Staaten der Europäischen Union.

(Prof. Dr. O. Carlowitz)

Richwien, Andrea, Dipl.-Ing.:

Untersuchungen zur Standsicherheit von Unterwasserböschungen aus nichtbindigen Bodenarten.

(Prof. Dr. N. Meyer)

Nernheim, Axel, Dipl.-Ing.:

Interaktionsverhalten von Geokunststoff und Erdstoff bei statischen und zyklischen Beanspruchungen.

(Prof. Dr. N. Meyer)

Roosmann, Rainer C., M. Sc.:

Objektorientierte Modellierung temporaler GIS-Applikationen – Am Beispiel einer TGIS-Unterstützung für das Monitoring bergbaubedingter Umwelteinwirkungen.

(Prof. Dr. W. Busch)

Hansen, Carsten, Dipl.-Geol.:

Entwicklung und Anwendung hydrogeochemischer Stoffflussmodelle zur Modellierung der Grund- und Rohwasserqualität in Wasser-Gewinnungsanlagen – Fallbeispiel Fuhrberger Feld.

(Prof. Dr. W. van Berk)

Fessel, Rainer, Dipl.-Ing.:

Untersuchungen zur Verbesserung der Oberflächenfarbprüfung mittels digitaler Bildverarbeitung in einer Automobil-Serienlackiererei.

(Prof. Dr. O. Carlowitz)

Dörband, Robert, Dipl.-Ing.:

Vermarktung von Leitungs- und Speicherkapazitäten in der Gaswirtschaft.

(Prof. Dr. K. Reinicke)

Fakultät für Mathematik/Informatik und Maschinenbau

Bakkar, Ashraf T. M. A., M. Sc.:

Corrosion and Protection of Magnesium Alloys and Composites.

(Prof. Dr. V. Neubert)

Bock, Andreas, Dipl.-Ing.:

Untersuchungen zum Plasma-Pulver-Auftragsschweißen zur Verarbeitung von Ni-Basislegierungen zum Korrosions- und Verschleißschutz.

(Prof. Dr. V. Wesling)

Jacksch, Christiane, Dipl.-Ing.:

Verfahrensentwicklung für die industrielle Herstellung von Elektroden für Polymer-Elektrolyt-Membran-Brennstoffzellen.

(Prof. Dr. U. Hoffmann)

Hopp, Christian, Dipl.-Ing.:

Trajektorienfolgeregelung mittels linear-zeitvarianter Ausgangsrückführungen.

(Prof. Dr. U. Konigorski)

Geisler, Stefan, Dipl.-Inf.:

Inhaltsbasierte Videokodierung.

(Prof. Dr. G. R. Joubert)

Busch, Heike, Dipl.-Math.:

Stochastische Optimierungsverfahren zur Produktionssteuerung von Walzstraßen.

(Prof. Dr. Th. Hanschke)

Mesic, Emir, Dipl.-Ing.:

CFD Based Assessment of CVD Growth Processes for Novel Precursor Systems.

(Prof. Dr. G. Brenner)

Stamm, Frank, Dipl.-Inf.:

Statische Analyse von Javaprogrammen.

(Prof. Dr. I. Kupka)

Schmalz, Dirk, Dipl. Ing.:

Eine systematische Potentialbewertung für die Einführung neuer Technologien in der Prozessindustrie am Beispiel der Mikroreaktionstechnik.

(Prof. Dr. U. Kunz)

Nikolic, Vesna, Dipl.-Ing.:

Einsatz der Computer Augmented Reality in der Instandhaltung: eine alternative gebrauchstaugliche und kostengünstige Systemlösung.

(Prof. Dr. P. Elzer)

Chen, Hua, Dipl.-Ing.:

Real-time Video Object Extraction for Mixed Reality Applications.

(Prof. Dr. P. Elzer)

In Klammern ist jeweils der Hauptberichtersteller aufgeführt.

Impressum

Herausgeber:

Der Präsident der Technischen Universität Clausthal
Prof. Dr. Edmund Brandt (Adolph-Roemer-Straße 2A),
und der Vorsitzende des Vereins von Freunden der Technischen Universität Clausthal, Prof. Dr.-Ing Dieter Ameling
(Osteröder Straße 8), beide in 38678 Clausthal-Zellerfeld.

Verlag, Anzeigen und Layout:

VMK Verlag für Marketing & Kommunikation GmbH & Co. KG,
Faberstraße 17, 67590 Monsheim,
Telefon: 0 62 43/9 09-100, Fax 9 09-400

Druck:

VMK-Druckerei GmbH, Faberstraße 17, 67590 Monsheim,
Telefon: 0 62 43/9 09-110, Fax: 9 09-100

Redaktion und Layout:

Dr. Etwina Gandert, TU Clausthal
Telefon: 0 53 23/72-39 04, Fax: 0 53 23/72-39 05,
Dr.-Ing. Lothar Schmidt, TU Clausthal
Telefon: 0 53 23/72-21 41, Fax: 0 53 23/72-22 03,
Franziska Dannehl, TU Clausthal

TU Contact erscheint als Zeitschrift der TU Clausthal.
Bezugspreis (für Mitglieder im Beitrag enthalten):
3,00 € zuzüglich Versandkosten.

Kein Transport ohne Netz. Kein Netz ohne Zugang. Kein Zugang ohne EESy.



Unser Entry-Exit-System heißt RWE EESy. Leicht zu merken. Leicht zu nutzen.

Und ab sofort noch flexibler. Jetzt können mit RWE EESy Erdgasmengen virtuell gehandelt werden. Dieses Angebot spiegelt die Wünsche unserer Kunden. Weitere Innovationen bereiten wir vor. Bei allem Fortschritt stehen wir mit der Kompetenz unserer Mitarbeiter und anspruchsvoller Technik für Zuverlässigkeit und einen diskriminierungsfreien Zugang zu 7.000 Kilometern Gasnetz. Das ist die Basis für heutige und zukünftige Transportlösungen. **RWE Transportnetz Gas. Für Sie da.**

www.rwetransportnetzgas.com



Unser Revier.



Im Revier verwurzelt – weltweit präsent. Das Herz der RAG Aktiengesellschaft schlägt im Revier – ihr Pulsschlag erreicht alle fünf Kontinente. Mit Energie, Chemie, Immobilien und Bergbau besetzen wir Spitzenpositionen auf den relevanten Märkten, national wie international. Dass das so bleibt – dafür sorgen rund 100.000 Mitarbeiter weltweit. Die Zukunft kann kommen. Wir freuen uns darauf.